

**WARUM WERDEN IN DEUTSCHLAND VERGLEICHSWEISE
SO WENIG EINZEITIG BILATERALE KNIEENDOPROTHESEN DURCHGEFÜHRT?**

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades

doctor medicinae (Dr. med.)

**vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena**

von Vanessa Kautzsch

geboren am 02.08.1988 in Annaberg-Buchholz

Gutachter:

- 1. Prof. Dr. Dr. Gunther O. Hofmann, Jena**
- 2. Prof. Dr. Georg Matziolis, Eisenberg**
- 3. Prof. Dr. Christoph H. Lohmann, Magdeburg**

Tag der öffentlichen Verteidigung: 06.01.2015

Abkürzungsverzeichnis

- ASA - Klassifikation der American Society of Anesthesiologists
- BMI – Body Mass Index
- DRG – Diagnosis Related Groups
- e – elektronische Quelle
- EK – Erythrozytenkonzentrat
- Hb – Hämoglobin
- ITS – Intensivstation
- k. ZA – keine Zeitangabe
- KOOS – Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score
- KTEP – Knie totalendoprothese
- LE – Lungenembolie
- OPS – Operationen- und Prozedurenschlüssel
- SBTKA – simultan bilateral Totalkniearthroplastie
- TK – Thrombozytenkonzentrat
- TVT – tiefe Venenthrombose

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	6
1. EINLEITUNG	8
1.1. Epidemiologie	9
2. FRAGESTELLUNG	13
3. PATIENTEN UND METHODIK	15
3.1. Patientengut und Datenanalyse	15
3.2. Definition des simultanen/ sequentiellen Vorgehens	16
3.3. Ablauf der simultan bilateralen totalen Kniegelenksarthroplastie	16
3.4. Patientenumfrage	18
3.5. Finanzielle Analyse	18
3.6. Fallzahlanalyse im In- und Ausland	19
3.6.1. Umfrage bei deutschen Orthopäden und Unfallchirurgen	19
4. ERGEBNISSE	21
4.1. Patientendaten	21
4.1.1. Geschlechtsverteilung, Alter, BMI	21
4.1.2. Komorbiditäten	22
4.1.3. Aufenthalt in Krankenhaus, Rehabilitationseinrichtung und Operationsabstände	26
4.1.4. Peri- und postoperative Ergebnisse	27
4.1.5. Gelenkbezogene Daten	32
4.2. Patientenumfrage	35
4.2.1. Rücklauf	35
4.2.2. Ergebnisse	36
4.3. KOOS-Daten	43
4.4. Finanzielle Daten	44
4.4.1. DRG-Erlös des Krankenhausaufenthaltes	44
4.4.2. Erlös der Rehabilitation	45
4.5. Umfrage bei deutschen Orthopäden und Unfallchirurgen	46
5. DISKUSSION	51
5.1. Epidemiologie	51
5.2. Ätiologie und Pathogenese der Gonarthrose	52
5.3. Patientendaten	60
5.3.1. Geschlechtsverteilung, Alter, BMI	60

5.3.2. Komorbiditäten und Risikoklassifizierung	64
5.3.3. Klinikaufenthalt und Operationsabstände	69
5.3.4. Operationsbezogene Ergebnisse	71
5.3.5. Gelenkbezogene Daten	79
5.4. Postoperatives Outcome	81
5.4.1. KOOS-Bogen und funktionelles Outcome	81
5.4.2. Postoperative Patientenumfrage	82
5.5. Finanzielle Analyse	87
5.5.1. DRG-Erlöse des Krankenhausaufenthaltes	87
5.5.2. Erlöse der Rehabilitation	89
5.6. Nationaler und internationaler Vergleich	90
5.6.1. Fazit aus der deutschlandweiten Orthopädenumfrage	90
5.6.2. National – wo stehen Jena und Halle im deutschlandweiten Vergleich	91
5.6.3. Internationaler Vergleich anhand britischer und amerikanischer Fallzahlen	92
6. SCHLUSSFOLGERUNG	95
7. LITERATURVERZEICHNIS	97
ANHANG	110
Tabellenverzeichnis	110
Abbildungsverzeichnis	111
Fragebogen simultan bilaterale Patienten	113
Fragebogen sequentiell bilaterale Patienten	114
KOOS	115
Fragebogen der deutschlandweiten Orthopädenumfrage	119
Lebenslauf	120
Danksagung	121
Ehrenwörtlich Erklärung	122

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Literaturrecherche zum Thema des simultan bilateralen Kniegelenkersatzes zeigte ein starkes Überwiegen ausländischer Autoren im Gegensatz zum geringen Gebrauch des Verfahrens im deutschsprachigen Raum. Eine Umfrage bei deutschen Universitäts- und BG-Kliniken bestätigte diesen Eindruck (im Median 3 simultan bilaterale Patienten pro Jahr). Ziel der vorliegenden Untersuchung war es anhand der Untersuchung des eigenen Patientengutes mit beidseitiger schwerer Gonarthrose mögliche Ursachen für diese Zurückhaltung zu eruieren.

Methodik: Im Zeitraum von Februar 2007 bis Dezember 2011 konnten 22 Patienten (13w, 9m, medianes Lebensalter 64 Jahre) während einer Narkose und 23 Patienten (14w, 9m, medianes Lebensalter 69 Jahre) in 2 getrennten Klinikaufenthalten innerhalb von 24 Monaten (im Median 12 Monate Abstand) in die Untersuchung eingeschlossen werden. Es wurden retrospektiv präoperative (epidemiologischen Grunddaten, Nebenerkrankungen, Deformitäten), perioperative (OP-Zeit, Blutspeere, Blutverlust und Hb-Abfall, Fremdblutverbrauch) und postoperative (Komplikationen, Rehabilitation) Daten anhand der Patientenakten erfasst. Außerdem erfolgte die Auswertung des Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) und eines selbst erstellten Patientenfragebogens sowie die Kostenanalyse anhand der Erlöse für Akutklinik und Rehabilitationseinrichtung.

Ergebnisse: Bezüglich auf Alter, BMI, Geschlechterverteilung, Komorbiditäten und ASA-Einstufung lag zwischen den Patientengruppen kein signifikanter Unterschied vor. In den meisten Fällen lag eine Varusdeformität vor und eine Oberflächenersatzprothese wurde implantiert. Der 4 Tage längere Krankenhausaufenthalt der simultanen Patienten erwies sich als signifikant, wohingegen die Rehabilitation in beiden Gruppen im gleichen Zeitraum erfolgte. Bei den perioperativen Daten konnten lediglich im Rahmen des Blutmanagements signifikante Unterschiede gefunden werden. Dabei waren sowohl der intraoperative Blutverlust als auch der Hb-Abfall (bei vergleichbarem Ausgangswert) im Einzelvergleich und die damit verbundene Rate an transfusionspflichtigen Patienten, nach Aufsummierung in der sequentiellen Gruppe, bei den simultan bilateral Operierten größer. Dementsprechend verkörperte die postoperative Anämie die einzige signifikant unterschiedlich aufgetretene Komplikation zwischen den Verfahren.

Die postoperative Patientenumfrage (Rücklauf 90% simultan, 65% sequentiell) zeigte im medianen Follow up von 23 Monaten eine höhere Zufriedenheitsrate unter den simultanen Patienten (95% vs. 78,6%). Im subjektiven Vergleich zwischen beiden Kniegelenken bestand ein vergleichbares Ergebnis zwischen den Verfahrensgruppen. Die Auswertung der KOOS-Bögen erbrachte in der Gegenüberstellung der postoperativen zu den präoperativen Werten signifikante Verbesserungen auf allen Subskalen bei den simultan bilateral versorgten Patienten. Unter den Sequentiellen konnte dies nur für die Kategorien Schmerz, Aktivitäten des täglichen Lebens und Lebensqualität erreicht werden.

In der finanziellen Gegenüberstellung konnte für das Gesundheitssystem im Falle des simultan bilateralen Verfahrens eine Kostenersparnis von 32,1% errechnet werden.

Schlussfolgerung: Die simultan bilaterale Totalkniegelenksendoprothetik stellt für Patienten mit symptomatischer beidseitiger Gonarthrose eine vertretbare Alternative zum bisher vermehrt angewendeten sequentiellen bzw. gestaffelten Verfahren dar, welche in der vorliegenden Untersuchung sowohl im perioperativen als auch im späteren funktionellen Outcome und der Patientenzufriedenheit überzeugte. Bei entsprechender Sorgfalt bei Indikationsstellung, Patientenselektion und perioperativen Management stellen Nebenerkrankungen kein Ausschlusskriterium für die einzeitige Operation dar. Durch hohe Compliance des Patienten und eine schnelle funktionelle Rehabilitation wurde durch simultan bilaterale Operation ein dem gestaffelten Verfahren gleichwertiges und teilweise besseres Outcome erzielt. Allein von Seiten der Erlöse aus den Fallpauschalen stellt das einzeitige Vorgehen bisher noch keinen Anreiz für deutsche orthopädisch-unfallchirurgische Kliniken dar.

1. Einleitung

Studien über simultan bilaterale Knieendoprothetik, welche auch den Vergleich zum sequentiellen und unilateralen Gelenkersatz bearbeiten, existieren bereits seit den 90er Jahren (Cohen et al. 1997, Liu et al. 1998). Auch heute wird noch kontrovers diskutiert, in wie weit sich Vorteile aus dem beidseitigen Vorgehen ziehen lassen oder welche Nachteile dieses Verfahren mit sich bringt (Dennis 2004, Stubbs et al. 2005, Noble et al. 2009, Wohlrab et al. 2011).

Studiert man die internationale Literatur zum Thema des bilateralen Kniegelenkersatzes, so fällt auf, dass neben den Sprachführern USA, England und östlichen Staaten, wie China, Japan oder auch Indien, deutsche Studien eher gering vertreten sind (siehe Tab. 1).

Autor (Untersuchungszeitraum) Land	Publikationsjahr	Anzahl simultan bilateral operierter Patienten
Radmer et al. (keine Zeitangabe) Berlin	2006	n=140
Wohlrab et al. (4 Jahre) Halle	2011	n=43
Cohen et al. (05/88-07/93) Arizona	1997	n=86
Benjamin et al. (01/94-06/99) Arizona	2001	n=89
Lombardi et al. (03/97-03/00) Ohio	2001	n=545
Walmsley et al. (89-99) Scotland	2006	n= 826
Shah et al. (01/97-12/02) United Kingdom	2007	n=87
Hooper et al. (01/99-12/04) New Zealand	2009	n=1012
Shin et al. (01/06-10/07) Korea	2010	n=308
Shetty et al. (07/08-12/08) Indien	2010	n=50

Tabelle 1: Literaturrecherche

Die Durchführung einer bilateralen Knieendoprothetik erfordert neben einem erfahrenen Operateur auch die technischen, pflegerischen und organisatorischen Möglichkeiten für einen solchen Eingriff. Dies bedeutet, dass der unilaterale Gelenkersatz bereits ein komplikationsarmes und erfolgreiches Standardverfahren am betreffenden Klinikum darstellen sollte, bevor die bilaterale Endoprothetik als Option zu betrachten ist. Um diese Routine zu erhalten, ist eine genügende Fallzahl unumgänglich. Außerdem müssen Möglichkeiten zur postoperativen Überwachung als auch zur Behandlung von auftretenden Komplikationen vor Ort existieren. Eine Studie von Memtsoudis et al. zeigte allerdings, dass zunehmend auch Kliniken mit geringeren Bettenzahlen bilaterale Knieendoprothesen operierten. Da auch rein orthopädische Kliniken mit in diese Gruppe einfließen, konnte die Klinikgröße nicht direkt mit der Erfahrung des Operateurs gleichgesetzt werden. Kritisch war dieser Trend jedoch zu betrachten in Hinsicht darauf, dass größere Krankenhäuser mit

mehreren Fachabteilungen möglicherweise besser in der Lage waren, auf nichtorthopädische Komplikationen zu reagieren (Memtsoudis et al. 2009).

Eine im Rahmen der Dissertation durchgeführte orientierende Umfrage an deutschen Universitäts- und Bundesgenossenschaftskliniken ergab im Median 3 (Min. 2, Max. 140) simultan bilateral operierte Patienten pro Jahr, sofern dieses Verfahren in der Klinik überhaupt durchgeführt wurde (19,4 % der befragten Krankenhäuser).

Demgegenüber gaben ausländische Studien (s. Tabelle oben) mit Fallzahlen von teilweise mehreren Hundert oder sogar Tausend Probanden Einblicke in den häufigen Gebrauch des einzeitigen Verfahrens.

Es stellt sich also die Frage, warum in Deutschland vergleichsweise so wenige einzeitig bilaterale Knieendoprothesen durchgeführt werden.

Hat sich das Verfahren nicht bewährt und haben die Kritiker des Vorgehens recht hinsichtlich des Risikos oder der funktionellen Leistungsfähigkeit (Lane 1997, Memtsoudis 2009, Wohlrab 2011)?

Besteht eine zu strenge Indikationsstellung oder existieren hierzulande mehr Ausschlusskriterien als in anderen Ländern? Muss der bilaterale Endoprothetikpatient gesünder sein (Patil 2008, Memtsoudis 2013)?

Oder stellt sich der beidseitige Gelenkersatz als finanziell nicht lohnenswert dar? Einige englischsprachige Studien zeigten im Vergleich zwischen bilateraler und zweimaliger unilateraler Knieendoprothetik eine Kostenersparnis bis über 30% (Reuben et al. 1998 36%, Macario et al. 2003 19%). Aber ist dies ein Ansporn für die durchführenden Kliniken im Zeitalter der DRG-Vergütung?

1.1. Epidemiologie

Osteoarthritis ist weltweit die häufigste Gelenkerkrankung (Engelhardt 2003), was auch aus den Diagnosedaten in Deutschland ersichtlich wird. Im Rahmen der ICD-Codierung beschrieben die Verschlüsslungen M00 bis M25 Arthropathien unterschiedlicher Genese und umfassten beispielsweise 2010 723.162 Fälle, während die Untergruppe der Arthritis (M15-M19) dabei mit 418.350 Diagnosen (57,85%) eine nicht zu überbietende Mehrheit einnahm. Seit Jahren stieg die Zahl der diagnostizierten Arthrosen stetig an und stand seit 2003 mit absoluter Mehrheit an der Spitze der Arthropathien (nach Destatis – Diagnosedaten Krankenhäuser). Als eine Erkrankung des alternden Menschen ist dies kein Wunder, da die Lebenserwartung jährlich zunimmt (nach Destatis, e1). Verbunden mit Schmerzen und

Funktionseinschränkungen beeinflusst die Arthrose als chronische Krankheit die Lebensqualität der betroffenen Menschen und stellt für diese damit einen hohen Leidensdruck dar. Die in der Literatur genannten Prävalenzen unterschieden sich abhängig von der untersuchten Altersgruppe, zeigten jedoch die Zunahme der Gonarthrose mit steigendem Alter. Spahn et al (2011) ermittelten für die unter 50jährigen getrennt nach Geschlechtern eine Gonarthroseprävalenz von 5,6% für Männer bzw. 10,3% für Frauen. In der Gruppe der 60-69jährigen stiegen die Zahlen bereits auf 21,4% bzw. 30,3% an. Schließlich fand sich bei den über 80jährigen 44,5% der männlichen und 71,6% der weiblichen Probanden eine Gonarthrose. Auch die Diagnosedaten des statistischen Bundesamtes, in Abb. 1 grafisch dargestellt, bestätigten den Trend mit einer positiven Korrelation bis 75 Jahre, dem Altersgipfel der Diagnose Gonarthrose.

Auch wenn die Gonarthrose bei den Männern nicht unter den 20 häufigsten Hauptdiagnosen eines stationären Aufenthaltes 2011 vertreten war (nach Destatis, e2a), so fand sie sich bei den weiblichen Patienten bereits auf Platz 6 der Rangliste (nach Destatis, e2b). Unter den häufigsten Operationen vollstationär behandelter Patientinnen belegte die Implantation einer Endoprothese am Kniegelenk 2012 den 13. Rang (nach Destatis, e3). Überdies führte die Arthrose des Kniegelenkes die Hauptdiagnosenliste in Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen an (nach Destatis – Diagnosedaten Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen). Sie stellte damit, sozioökonomisch betrachtet, in mehrfacher Hinsicht einen wichtigen Punkt im deutschen Gesundheitssystem dar.

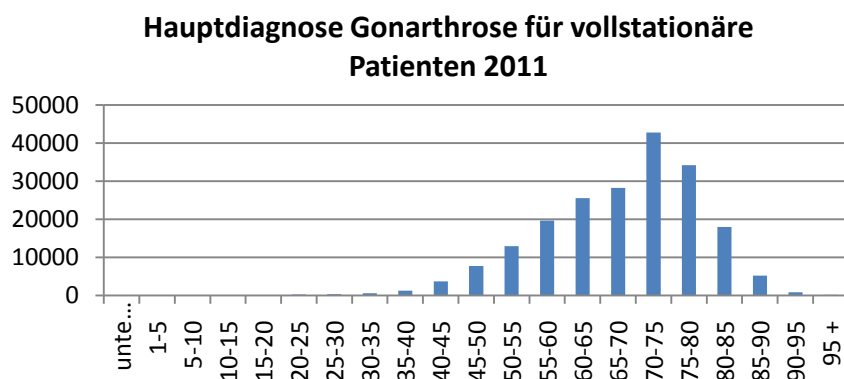


Abbildung 1: Verteilung der Diagnose „Gonarthrose“ über die Altersgruppen

Mit Ausnahme des Jahres 2010 stieg die Zahl der von der Hauptdiagnose Gonarthrose betroffenen Menschen stetig an und bildete damit seit Jahren über 1 % aller Entlassungen aus dem vollstationären Bereich (siehe Tab. 2). Dabei konzentrierten sich in der Alterskategorie zwischen 70 bis 75 Jahren über ein Fünftel der Diagnosefälle.

Jahr	Entlassungen insgesamt	Diagnose: Gonarthrose	Anteil an Entlassungen	Altersgipfel	Anzahl am Altersgipfel	Anteil Gonarthrose im Gipfel
2011	18.800.000	201.734	1,07%	70-75	42.824	21,23%
2010	18.500.000	202.310	1,09%	70-75	42.971	21,24%
2009	18.200.000	205.659	1,13%	70-75	43.928	21,36%
2008	17.900.000	203.986	1,14%	70-75	42.536	20,85%
2007	17.600.000	197.407	1,12%	70-75	40.740	20,64%

Tabelle 2: epidemiologische Grunddaten der Diagnose „Gonarthrose“ von 2007 bis 2011

Da der Implantation einer Kniegelenksendoprothese die gesicherte Diagnose der Gonarthrose zu Grunde liegen musste, gestaltete sich das Bild der durchgeführten Prozeduren hinsichtlich der Endoprothetik über die Jahre ähnlich zum diagnostischen - in der Anzahl steigend und mit einem Altersgipfel bei den 70-75jährigen (siehe Tab. 3).

Jahr	Implantation Endoproth. Insgesamt	davon männlich (Prozent)	davon weiblich (Prozent)	Altersgipfel	Anzahl am Altersgipfel	Anteil im Gipfel
2012	154.792	55.540	99.235	70-75	35.622	23,01%
		35,88%	64,11%			
2011	158.207	55.608	102.596	70-75	37.295	23,57%
		35,15%	64,85%			
2010	158.100	54.841	103.257	70-75	37.319	23,60%
		34,69%	65,31%			
2009	159.137	54.050	105.086	70-75	37.841	23,78%
		33,96%	66,03%			
2008	154.722	51.761	102.942	70-75	36.021	23,28%
		33,45%	66,53%			
2007	146.562	48.061	98.495	70-75	33.982	23,19%
		32,79%	67,20%			

Tabelle 3: Endoprothesenimplantation bezüglich Geschlecht und Alter von 2007 bis 2012

Weil die Indikation zum Gelenkersatz meist erst ab Stadium Kellgren 3 und 4 (Günther et al 2002) bzw. einem hohen Leidensdruck durch Schmerzen oder Bewegungseinschränkung, welche vor allem mit diesen Stadien vergesellschaftet sind, vorlag, war die Zahl der implantierten Prothesen, wie oben bereits erwähnt, geringer als die jährliche Diagnosezahl.

Es zeigte sich jedoch auch hier der ansteigende Trend. Ein ebenfalls über die Zeit anhaltender Unterschied bestand in der Geschlechterverteilung unter den mit Endoprothesen versorgten Patienten. Wie in mehreren Untersuchungen bereits erläutert (Felson 1990, Stürmer et al 2000, Kurtz et al 2005, Spahn et al 2011) fand sich bezüglich der in der DRG-Statistik aufgeführten Zahlen das Überwiegen der Frauen gegenüber den Männern. Obwohl weibliche Patienten durchgehend über 60% und männliche nur gut 30% des Patientenguts ausmachten, so existierte in den letzten Jahren ein konstanter Anstieg der operierten Männer. Unverändert blieb allerdings unabhängig vom Geschlecht der Altersgipfel bei 70 bis 75 Jahren, in welchem sich bisher stets über 23% der behandelten Patienten/Innen befanden.

Unabdingbar ist in diesem Zusammenhang letztendlich die Betrachtung der postoperativ durchgeführten, rehabilitativen Betreuung der frisch implantierten Patienten, welche nicht minder zu Outcome und Zufriedenheit der Patienten beitrug. In den vollstationären Rehabilitationseinrichtungen war die Gonarthrose mit den seit Jahren steigenden Fallzahlen (siehe Tab. 4) die führende Hauptdiagnose (siehe Abb. 2).

Jahr	Entlassungen insgesamt	Hauptdiagnose Gonarthrose	Anteil
2011	1.613.239	108.733	6,74%
2010	1.660.443	113.611	6,84%
2009	1.672.033	112.849	6,75%
2008	1.667.721	111.662	6,70%
2007	1.608.426	110.444	6,87%

Tabelle 4: Hauptdiagnose „Gonarthrose“ in deutschen Rehabilitationseinrichtungen 2007 bis 2011

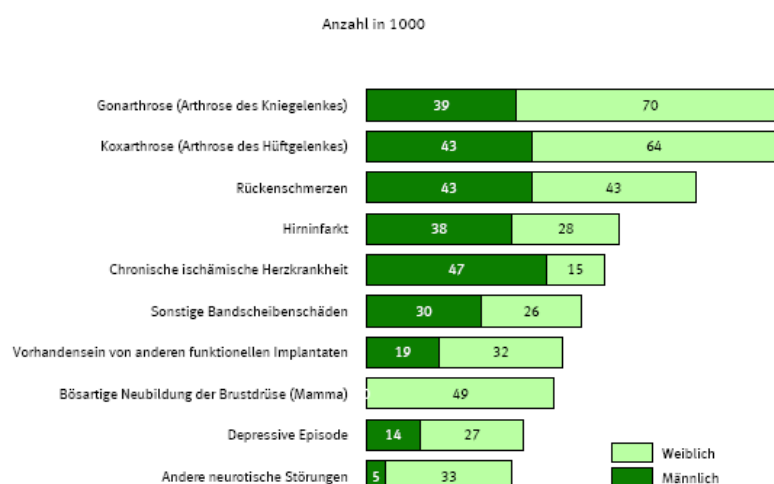


Abbildung 2: Hauptdiagnosen der Patienten in deutschen Rehabilitationseinrichtungen 2011

2. Fragestellung für die vorliegende Arbeit

Diese Promotion sollte nicht nur einen Vergleich von Daten über Risiko, Verlauf und Ergebnis von simultan bilateralen und unilateralen Knieendoprothesen darstellen, da in der internationalen Literatur bereits eine Vielzahl dieser Gegenüberstellungen zu finden waren. In Bezug auf das Eintreten von bestimmten (seltenen) Komplikationen, deren Inzidenzen zum Glück gering waren, hatten große Studien wie die von Parvizi et al. (2001), Ritter et al. (2003) und Bullock et al. (2003) mit Fallzahlen von teilweise über 2000 bilateral versorgten Patienten eine höhere Aussagekraft als die hier beschriebenen Fälle.

Vielmehr sollte mit Hilfe der erhobenen Daten, deren Auswertung und Diskussion die bei der Literaturrecherche aufgetretene Frage geklärt werden:

„Warum werden in Deutschland vergleichsweise so wenige einzeitig bilaterale Knieendoprothesen durchgeführt?“

Unter dieser Fragestellung sollten folgende Gesichtspunkte erörtert werden:

Indikationsstellung bzw. Ausschlusskriterien

87,4 % der Patienten mit Gonarthrose zeigen eine bilaterale Arthrose, von denen 75% schmerzhaft Beschwerden haben (Günther et al. 2002), weshalb die Indikation zur bilateralen Versorgung gegeben wäre. Wird in anderen Ländern die Indikation zum beidseitigen Gelenkersatz breiter gestellt oder beeinflusst eine höhere Zahl an Ausschlusskriterien die Entscheidungsfindung in Deutschland? Da eine gute (gezielte) Patientenselektion maßgebend für den Erfolg eines Eingriffs ist, sollen in diesem Zusammenhang auch die Ausschlusskriterien in verschiedenen Studien im Vergleich zu den Daten des Patientenkollektivs der vorliegenden Arbeit diskutiert werden.

Operatives Risiko des simultanen bilateralen Kniegelenkersatzes

Welche Risiken sind allgemein bei der Entscheidung zum totalen Kniegelenkersatz abzuwägen, besonders im Fall der beidseitigen Behandlung. Nach Auswertung der perioperativen Daten des Universitätsklinikums Jena und der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannstrost in Halle (Sachsen-Anhalt) sollten diese, unter Beachtung der Eigenschaften des vorliegenden Patientenkollektivs, in der anschließenden Diskussion mit den Ergebnissen der medizinischen Literatur verglichen werden.

Outcome der Patienten und Funktionstüchtigkeit der Prothese

Zu klären war, ob die Endoprothetik ihr Ziel erreicht hat – Beschwerden zu lindern und Funktion wiederherzustellen bzw. zu erhalten. Der KOOS-Score, welchen die Patienten im Klinikum standardmäßig präoperativ ausfüllen, wurde Ihnen erneut zugesandt um Ihre Bewegungsmöglichkeiten im Alltag und evtl. noch bestehende Beschwerden postoperativ zu erfassen und vergleichend auszuwerten. Außerdem sollte in einem zusätzlichen Fragebogen die Zufriedenheit der Patienten erfragt werden.

Finanzielle Aspekte

Eine Kostenersparnis durch bilaterale Knieendoprothetik wurde schon von Reuben et al. 1998 beschrieben. Da auch das Gesundheitssystem zum Sparen gezwungen wird, sollte die Ersparnis durch den beidseitigen Gelenkersatz doch gern gesehen sein. Jedoch bedeuten gesparte Kosten auch einen geringeren Erlös für die durchführende Einrichtung. Daher sollten für jeden Probanden des Patientenkollektivs der Erlös für das Krankenhaus auf Grundlage des DRG-Vergütungssystems sowie weitere finanzielle Belastungen für das Gesundheitssystem in Form von Rehabilitation und indirekt über die Arbeitsunfähigkeit untersucht werden.

Aus den Ergebnissen der Untersuchung der oben genannten Aspekte sollte ermittelt werden, ob auf Grundlage dieser Daten begründete Bedenken existierten, welche den vergleichsweise geringen Einsatz der simultanen bilateralen Knieendoprothetik rechtfertigen würden.

3. Patienten und Methodik

3.1. Patientengut und Datenanalyse

Für die vorliegende Arbeit wurden retrospektiv die prä-, peri- und postoperativen Daten sowie das Outcome einzeitig bilateraler Knieendoprothesen von 22 Patienten (13w, 9m, medianes Lebensalter 64 Jahre) am Universitätsklinikum Jena (UKJ) sowie dem Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannstrost in Halle betrachtet. Der Untersuchungszeitraum belief sich von Februar 2007 bis Dezember 2011. Einschlusskriterien in die simultan bilaterale Gruppe stellten die beidseits vorliegende schwere Gonarthrose sowie die für jedes Kniegelenk einzeln gestellte OP-Indikation dar. Eine allgemeine Alters- oder BMI-Beschränkung lag in den jeweiligen Patientengruppen nicht vor. Es wurden nur Patienten mit Primärimplantation einer Knieendoprothese erfasst, keine Revisionseingriffe.

Als Vergleichsgruppe dienten die zweizeitig bilateralen Knieendoprothesen von 23 Patienten (14w, 9m, medianes Lebensalter 69 Jahre), welche einen Operationsabstand von mindestens 4 Monaten aufwiesen und somit zwei unilaterale Operationen darstellten. Ein Abstand von größer als 24 Monaten stellte allerdings ein Ausschlusskriterium für die sequentiell bilaterale Gruppe dar.

Grundlage der Datenerfassung waren die stationären und ambulanten Akten der Patienten, sowohl elektronisch als auch in Papierform.

Präoperativ wurden klinisch als auch per Navigation die Bewegungsmaße der Patienten gemessen, um Deformitäten und Streckdefizite zu erfassen. Der „Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score“ (KOOS) wurde präoperativ von jedem Knieprothese-Patienten des Universitätsklinikum Jena ausgefüllt. Alle in die vorliegende Arbeit eingeschlossenen Patienten erhielten den gleichen Fragebogen erneut zugesandt, um postoperative Daten zum Vergleich zu erhalten.

Die Datenauswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Jena und mit dem Programm SPSS. Prüfung auf Signifikanz erfolgte für dichotome Daten mit Hilfe des Chi-Quadrates nach Pearson sowie für metrische Daten mit Hilfe des Mann-Whitney-Tests (U-Test). Zum Vergleich der postoperativen mit den präoperativen KOOS-Daten wurde nach Testung auf Normalverteilung der t-Test für verbundene Stichproben verwendet. Als signifikant wurde ein $p < 0,05$ angenommen.

3.2. Definition des simultan / sequentiell bilateralen Vorgehens

In der Literatur wurden diese Begriffe von den Autoren verschieden definiert, was die Aussagekraft von vergleichenden Betrachtungen herabsetzte.

In der vorliegenden Arbeit verkörperte das simultan bilaterale Vorgehen, den Ersatz beider Kniegelenke des Patienten in einer Narkose. Dies geschah jedoch nicht durch zwei Teams zum selben Zeitpunkt, sondern es wurde von einem Team ein Knie nach dem anderen operiert. Ursächlich dafür war zu erwähnen, dass die Oberflächenersatzprothesen unter Verwendung eines Navigationsgerätes eingesetzt wurden, welches zu jedem Zeitpunkt nur ein Knie erfassen konnte. Außerdem wurde zeitweise mit Blutsperre operiert, welche bei gleichzeitiger beidseitiger Verwendung eine enorm erhöhte Nachlast für das linke Herz darstellen würde als auch einen vermehrten Blutdruckabfall nach gleichzeitigem Öffnen verursacht hätte.

Sequentielles Vorgehen wurde in dieser Arbeit damit definiert, dass die Patienten zwei KH-Aufenthalte innerhalb von 2 Jahren verbrachten und sich somit insgesamt betrachtet zwei unilateralen endoprothetischen Versorgungen mit ihren Folgen, wie zweimaliger Rehabilitation, unterzogen. Dass Patienten mit bilateralen Beschwerden in zwei Narkosen aber innerhalb eines KH-Aufenthaltes operiert wurden, fand sich in keinem der bearbeiteten Fälle und war auch nicht standartmäßiges Anliegen der beteiligten Kliniken.

3.3. Ablauf einer simultan bilateralen totalen Kniegelenksarthroplastie

Die endoprothetische Versorgung der Gonarthrose mittels einer bikondylären Oberflächenersatzprothese erfolgte in einem standardisierten Verfahren unter Einsatz der Computernavigation. War die Implantation einer gekoppelten Prothese nötig, wurde im konventionellen Verfahren operiert. Nach der Patientenlagerung und dem Anbringen der inaktiven Blutsperre erfolgte die Vorbereitung des OP-Gebiets. Der Zugang erfolgte medial parapatellar. Eine Synovektomie sowie die Resektion der Menisken, des vorderen Kreuzbandes und des Hoffa-Fettkörpers dienten der Vorbereitung des Gelenkes für die spätere Knorpel- und Knochenresektion. Nach Befestigung der Navigationspins an distalem Femur und proximaler Tibia erfolgten die Datenerfassung mittels der Computernavigation und eine genaue Messung der Gelenkfehlstellung. Im Operationsverlauf folgende Maßeinstellungen wurden durch die Navigation überprüft.

Bei der knöchernen Resektion wurde die Methode des Femur-First-Verfahren mit standardisierten Schnitten an beiden beteiligten Gelenkpartnern angewendet, um im

Anschluss die benötigte Größe festzustellen als auch die femorale Schnittoberfläche bezüglich einer Zementierung zu beurteilen.

Als letztes knöchernes Kompartiment des Knies wurde die Patella von Osteophyten und Synovialisinsertionen befreit. War die Patellarückfläche ebenfalls arthrotisch verändert und musste daher mit ersetzt werden, wurde diese reseziert. Ein Patellarückflächenersatz wurde allerdings nicht routinemäßig in allen Fällen durchgeführt.

Vor der Zementeinbringung wurde die präoperativ angelegte Blutsperre mit ca. 300mmHg aktiviert. Nach Wundspülung mit einer Jet-Lavage erfolgte die stets zementierte Implantation des Tibiaplateaus unter Verwendung von Gentamycin-Palacos. Je nach oben genannter Entscheidung des Operators erfolgte dieser Vorgang auch bei der Femurkomponente mit oder ohne Zement. Im Falle eines Patellarückflächenersatzes wurde auch diese mit Zement eingebracht.

Es folgte die kinematische Untersuchung mit einem Probeinlay zur Beurteilung des Weichteilbalancing und Festlegung der endgültigen Inlaydicke. Nach Einsetzen des Inlays mit passender Höhe erfolgte die abschließende Beurteilung der Kniegelenksbeweglichkeit, der Achsausrichtung und der Seitenbandspannung in Neutral-, sowie Varus- und Valgusstressbewegung über Computernavigation. Nach einer letzten Wundspülung und dem Einbringen von Redondrainagen wurde das Kniegelenk schichtweise verschlossen. Die Blutsperre wurde daraufhin deaktiviert.

Nach Rücksprache mit dem Anästhesisten bezüglich der Patientenstabilität wurde bereits während des Rückzugs aus dem Operationsgebiet am ersten Knie durch einen Teil des Operationsteams die Eröffnung des zweiten Kniegelenks begonnen (siehe Abb. 3).

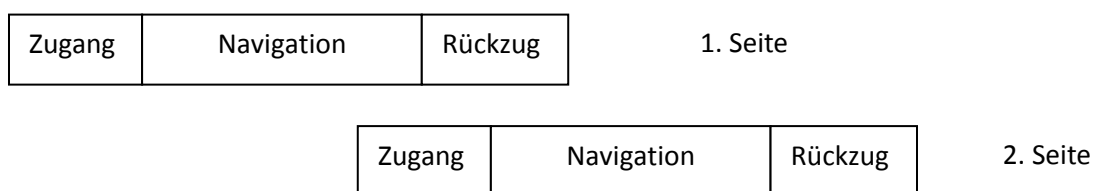


Abbildung 3: schematischer Ablauf der simultan bilateralen OP

Die Operation auf der zweiten Seite verlief ebenfalls im oben beschriebenen Algorithmus. Jedes Kniegelenk wurde nach der Hautnaht initial mit einem Druckverband versorgt. Mit einer Ausnahme, der posttraumatischen endoprothetischen Versorgung einer beidseitigen distalen Femurtrümmerfraktur, welche streng simultan operiert wurde,

erfolgten die simultan bilateralen Operationen beider Kniegelenke nacheinander unter einer Anästhesie.

3.4. Patientenumfrage

Eine persönliche Nachuntersuchung und Befragung der Patienten im Rahmen einer Wiedervorstellung im Uniklinikum hätte für einige Patienten einen hohen Aufwand, z.B. aufgrund eines langen Anreiseweges, bedeutet. Und da sich diese beim Heimatorthopäden in postoperativer Nachkontrolle befanden, wäre die Wiedervorstellung in der jeweiligen Klinik in Jena oder Halle für sie wahrscheinlich überflüssig erschienen. Um jedoch eine möglichst hohe Beteiligung an der postoperativen Ergebnisbeurteilung zu erreichen, wurde den Patienten per Post der von ihnen bereits präoperativ ausgefüllte Bogen des Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Scores (KOOS) zur erneuten Beurteilung, ein selbst erstellter verfahrensspezifischer Fragebogen, sowie ein Anschreiben, welches das Anliegen erläuterte, zugesandt. Nach der Testgüte-Untersuchung von Kessler et al. im Jahr 2003 war der Score geeignet, Patienten mit Kniegelenkersatz aufgrund von Osteoarthrose im Längsschnitt zu untersuchen.

In der Auswertung des KOOS erfolgte die Summierung der angekreuzten Punkte (entsprechender Zahlenwert von 0 bis 4) in jeder Kategorie und Berechnung des Skalenwertes, wobei 0 extreme Probleme und 100 keine Probleme mit den Kniegelenken bedeutete. Um bei nur einem fehlenden Wert in einer Kategorie nicht die gesamten Punkte zu verwerfen, wurde ein mittlerer Punktwert (2 Punkte) angenommen und mit ausgewertet. Bearbeitete ein Patient mehr als eine Frage nicht, wurde die betreffende Kategorie als nicht gültig gewertet.

Während der KOOS-Fragebogen als Instrument zum funktionellen Vergleich der beidseitigen Endoprothesenversorgung dienen sollte, hatte der selbst erstellte Fragebogen die persönliche Zufriedenheit mit dem Ergebnis zum Inhalt. Dieser umfasste sowohl für beide Verfahren identische Fragen, welche zunächst eine globale Vergleichbarkeit ermöglichten, als auch individuell auf das jeweilige Vorgehen bezogene Fragestellungen, die anschließend deskriptiv in die Auswertung einfließen. Alle Bögen finden sich im Anhang der Arbeit.

3.5. Finanzielle Analyse

In engem Zusammenhang mit den funktionellen und gesundheitlichen Ergebnissen der Operationsverfahren stehen auch finanzielle Aspekte, da jede Komplikation oder

Verzögerung mit Kosten assoziiert ist, während effiziente Fortschritte die Möglichkeit der Kostenminderung beinhalten. Unter volkswirtschaftlicher Betrachtung erhalten hier zum einen die Kosten der Gesellschaft für die Versorgung im Krankenhaus und zum anderen in der Anschlussheilbehandlung Bedeutung. Zur Analyse der Hospitalisierungskosten wurden die DRG-Erlöse aller eingeschlossenen Patienten erfasst und sowohl nach Verfahren getrennt als auch mit der Literatur verglichen. Bezüglich der Aufwendungen für die anschließende Rehabilitation erfolgte eine schriftliche und telefonische Rücksprache mit den die Studienpatienten behandelnden Rehabilitationskliniken.

3.6. Fallzahlanalyse im In- und Ausland

Parallel zur Erhebung der Patientendaten erfolgte die Fallzahlanalyse im In- und Ausland, da die Fülle der englischsprachigen Literatur zum Thema, die darin enthaltenen teilweise sehr hohen Fallzahlen sowohl bilateral (Lombardi et al. 2001, Pavone et al. 2004, Shetty et al. 2010, Shin et al. 2010) als auch unilateral (Lombardi et al. 2001, Shin et al. 2010) und der dagegen geringe Einsatz des einzeitig beidseitigen Kniegelenkersatzes in Deutschland das Argument aufkommen ließ, dass die Endoprothesenimplantation im Allgemeinen als auch bezüglich des zu untersuchenden Verfahrens im Ausland in höherem Maße praktiziert wurde.

Zum Datenvergleich wurden mangels des noch fehlenden Endoprothesenregisters in Deutschland die Angaben der hiesigen DRG-Statistik (Destatis), des jährlichen Berichts des National Joint Registry für England und Wales aus den Jahren 2007 bis 2011 (NJR Centre, e4) sowie Angaben über die Prozedurraten in den USA aus dem National Hospital Discharge Survey (e5) genutzt.

3.6.1. Umfrage bei deutschen Orthopäden und Unfallchirurgen

Da in Deutschland bisher kein nationales Endoprothesenregister mit validen Informationen zu den einzelnen implantierten Endoprothesen existierte, war es schwer mit dem Ausland vergleichbare Daten zu finden und die Stellung Deutschlands bezüglich einer möglichen simultan bilateralen Endoprothesenversorgung am Knie zu definieren. Die nationalen OPS-Daten (Operationen und Prozeduren-Schlüssel) des statistischen Bundesamtes, wie sie bereits im Abschnitt Epidemiologie aufgeführt wurden, ließen allerdings auch keine Rückschlüsse auf einen beidseitigen Gelenkersatz, weder simultan noch sequentiell, ziehen. Im Gegensatz zum DRG-Vergütungssystem, welches den beidseitigen Gelenkersatz als eigene

Codierung beinhaltete, konnte eine solche Einstufung im Operationen und Prozeduren-Schlüssel nicht erarbeitet werden. Ob dies bedeutete, dass eine einzeitig beidseitige endoprothetische Versorgung in Deutschland in zu geringem Maß erfolgte, als dass der Eingriff eine extra Codierung im Prozedurenkatalog erhalten würde, war nur Spekulation. Die Literaturrecherche zum Thema untermauerte allerdings die Vermutung und regte zur Klärung an.

Um einen Überblick über die Lage in deutschen Kliniken zu bekommen, wurden im Mai 2011 Anschreiben und Umfragebögen an die leitenden Chefarzte von 44 deutschen Uni-Kliniken und BG-Kliniken, deren Repertoire Gelenkersatz umfasste, geschickt. Bewusst wurden nur größere Krankenhäuser gewählt, um eine Grundanzahl an durchgeführten Knieendoprothesen pro Jahr zu gewährleisten, welche genügend Erfahrung boten, um ein simultan beidseitiges Vorgehen überhaupt als Option zu sehen. Denn unumstritten sollte sowohl das Ergebnis des unilateralen Gelenkersatzes als auch vor allem das Outcome der einzeitig beidseitigen Endoprothesenversorgung von der Erfahrung des Operateurs abhängig sein (Lombardi et al. 2001, Hervey et al 2003).

Auf Grundlage einer Übersicht aller Universitätskliniken (e6) sowie einer Auflistung aller deutschen BG-Kliniken (nach dem KUV, e7) und persönlicher Internet-Recherche zum Angebot der Endoprothesenversorgung als auch der Kontaktdaten ergaben sich 44 Häuser, welche als Kandidaten für die Datenerhebung in Frage kamen. Zusammen mit einem persönlichen Anschreiben, welches den Hintergrund der Befragung erklärte, erhielten die Ansprechpartner den der Arbeit im Anhang beigefügten Fragebogen. Auf Grundlage der Unterschiede zwischen einzeitigem und zweizeitigem Vorgehen als auch der Erfragung diesbezüglicher jährlicher Patientenzahlen konnte schließlich auf den Anteil von simultan bilateralen und sequentiell operierten Patienten geschlossen werden. Die anonyme Datenauswertung wurde zugesichert.

4. Ergebnisse

4.1. Patientendaten

Im bearbeiteten Zeitraum vom Februar 2007 bis einschließlich Dezember 2011 konnten von allen im Uniklinikum Jena oder den berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannstrost in Halle mit zwei Knieendoprothesen versorgten Patienten 22 in die simultan bilaterale Gruppe und 23 in das sequentiell bilateral operierte Patientengut eingeschlossen werden. Es ist zu beachten, dass das durchgeführte Verfahren bei jedem Patienten so geplant war und keine der simultanen OPs wegen intraoperativen Komplikationen abgebrochen und der Patient zweizeitig versorgt werden musste.

4.1.1. Geschlechtsverteilung, Alter und BMI

Die Ergebnisse der epidemiologischen Grunddaten der beiden untersuchten Gruppen sind Tabelle 5 zusammengefasst und werden anschließend näher erläutert.

	simultan bilateral	sequentiell	Signifikanz
Anteil weibl. Pat.	59,1%	60,9%	1,0
Alter 1. Knie	64 Jahre	69 Jahre	0,624
Alter 2. Knie	64 Jahre	70 Jahre	-----
BMI 1. Knie	28,95 kg/m ²	30,4 kg/m ²	0,238
BMI 2. Knie	28,95 kg/m ²	30,6 kg/m ²	

Tabelle 5: epidemiologische Grunddaten der beiden Patientengruppen

Wie es auch in vielen Publikationen zu finden war (z.B. gab die Metaanalyse von Spahn et al. 2011 einen zusammenfassenden Überblick zu dieser Patienteneigenschaft), lag der Anteil weiblicher Patienten weit über dem männlichen, weshalb das weibliche Geschlecht sogar den Risikofaktoren für die Entwicklung einer Gonarthrose zugerechnet wurde (s. Ätiologie). Mit $p=0,523$ in der simultanen Patientengruppe sowie $p=0,405$ in der sequentiellen, besteht in beiden Fällen eine eindeutige Mehrheit des weiblichen Geschlechtes, welche allerdings im Chi-Quadrat-Test keine Signifikanz erreicht. Zwischen den untersuchten Patientengruppen bestand kein signifikanter Unterschied für den Anteil der Frauen ($p=1,0$).

Wegen der geringen Größe der Datenmenge und aufgrund dessen, dass sowohl Alter als auch BMI der Patienten nicht normalverteilt waren, erfolgte zum Vergleich zwischen den Gruppen die Angabe des Medians, sowie die Signifikanzprüfung mittels Mann-Withney-Test (u-Test). In Bezug auf das Alter ergab sich zwischen der simultan bilateralen Fraktion und dem Alter der sequentiellen Patienten zum Zeitpunkt des ersten Kniegelenkersatzes, zu

welchem bei einzeitigem Vorgehen die bilaterale Operation erfolgt wäre, mit $p=0,624$ kein signifikanter Unterschied. Auch für den BMI bei stationärer Aufnahme lag keine Signifikanz vor ($p=0,238$), wobei in der sequentiellen Gruppe in Bezug auf die Werte, welche sich nicht signifikant unterschieden, mit dem Mittelwert aus beiden die Signifikanz geprüft wurde. Obwohl aufgrund der kleinen Gruppengrößen kein variablenbezogenes Matching möglich war bezüglich Alter, BMI und Geschlechterverteilung, lag zwischen den beiden Patientengruppen kein signifikanter Unterschied vor.

4.1.2. Komorbiditäten und Risikoklassifikation

Um ein einheitliches Risikoprofil der eingeschlossenen Patienten der beiden Gruppen gegenüber stellen zu können, wurde nicht nur die ASA der Patienten erfasst (s. unten), sondern die Nebenerkrankungen in den 6 Untergruppen Komorb1-6 eingeteilt (siehe Tab. 6). Dabei hatten manche größeren Einfluss auf den Anästhesie-Score ASA (Komorb1-3), während andere für das Outcome wichtige Komorbiditäten durch diesen nicht abgedeckt wurden, für die postoperative Mobilisation und Rehabilitation allerdings von großer Bedeutung waren. Die Berechnung des p-Wertes zur Überprüfung eines signifikanten Unterschiedes erfolgte mittels Chi-Quadrat-Test.

	simultan bilateral	sequentiell	Signifikanz
Komorb1 = HKL-Erkrankungen	63,6% (14/22)	73,9% (17/23)	0,53
Komorb2 = Adipositas	40,9% (9/22)	56,5% (13/23)	0,376
Komorb3 = Diabetes mellitus	18,2% (4/22)	34,8% (8/23)	0,314
Komorb4 = Trauma	9,1% (2/22)	4,4% (1/23)	0,608
Komorb5 = Erkrankung des Bewegungsapparates	31,8% (7/22)	21,7% (5/23)	0,514
Komorb6 = schwere internistische Erkrankungen	22,7% (5/22)	13,0% (3/23)	0,459

Tabelle 6: Komorbiditätsprofil in den untersuchten Verfahrensgruppen

Komorb1 – Herz-Kreislauf-Erkrankungen:

Nebenerkrankungen bezüglich der Herz-Kreislauf-Systems wurden als vorhanden eingestuft, wenn bei den untersuchten Patienten eine arterielle Hypertonie vorlag, sie an einer Mehrgefäßerkrankung des Herzen oder einer Klappenproblematik (Stenose/Insuffizienz) litten oder die Diagnose Herzrhythmusstörung, im Extremfall mit Dauerantikoagulation bei chronischem Vorhofflimmern, bestand. Da es sich beim vorliegenden Patientengut mit

einem (medianen) Alter von 64 bzw. 69 Jahren zum Großteil um Menschen über 60 Jahren handelte, war es nicht verwunderlich, dass in beiden Gruppen bei mehr als der Hälfte der Patienten (simultan bilateral 63,6%, sequentiell 73,9%) eine der oben genannten Komorbiditäten vorlag. Jeder Patient wurde bezüglich der Nebenerkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems in einer Gesamtbewertung erfasst. Auch wenn mehr als eine der oben genannten Erkrankungen vorlag, erfolgte keine zusätzliche Wertung. Zwischen den Gruppen bestand zwar ein 10%iger Unterschied bezüglich der Prävalenz kardiovaskulärer Nebenerkrankungen, welcher jedoch mit $p=0,53$ nicht signifikant war.

Komorb2 – Adipositas

Als Risikofaktor für die Gonarthrose bereits im Abschnitt Ätiologie erwähnt, hatte die Fettleibigkeit der Patienten sowohl narkosetechnisch als auch bezüglich des Aktivitäts- und Rehabilitationslevels eine nicht zu missachtende Bedeutung. Definiert über den BMI eines Menschen (Körpergewicht/Körpergröße in m^2) bestand laut der WHO (e8) ein Normalgewicht im Bereich von $18,5 \text{ kg/m}^2$ bis $24,9 \text{ kg/m}^2$, eine Übergewichtigkeit bei Werten über 25 kg/m^2 und eine Fettleibigkeit (Adipositas) ab 30 kg/m^2 , welche noch weiter in I., II. und III.° (Adipositas per magna) unterschieden werden konnte. Bei den Patienten, welche die vorliegende Dissertation einschloss, wurde gemäß dieser Definition ab einem BMI von 30 kg/m^2 das Vorliegen einer Fettleibigkeit als Nebenerkrankung erfasst. Eine Unterstufung in Schweregrade wurde aufgrund der kleinen Patientengruppe nicht vorgenommen, die aufgenommenen Werte der adipösen Patienten überdeckten jedoch eine Spanne von 30 kg/m^2 bis maximal $47,3 \text{ kg/m}^2$ in der simultan bilateralen und $46,0 \text{ kg/m}^2$ in der sequentiellen Gruppe. Im Chi-Quadrat-Test ergab sich für die ermittelten Anteile adipöser Patienten keine Signifikanz ($p=0,376$).

Komorb3 – Diabetes mellitus

Wie auch die Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems ist der Diabetes mellitus eine mit dem Alter zunehmend auftretende Komorbidität. Im untersuchten Patientengut wurde allerdings nicht in D.m. Typ 1 oder 2 bzw. in insulinpflichtiger oder nicht insulinpflichtiger D.m. unterschieden, da dies einerseits aus den Akten nicht immer eindeutig zu erarbeiten war und andererseits bei der geringen Probandenmenge keine verwertbaren Untergruppen ergeben hätte. Auffällig war, dass der Anteil an Diabetikern in der sequentiellen

Gruppe(34,8%) fast doppelt so groß ist wie bei den simultan bilateralen Patienten (18,2%). Allerdings ist dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ($p=0,314$).

Komorb4 – Trauma

Unter allen in die Untersuchung eingeschlossenen Patienten lag bei 3 ein traumatischer Einfluss vor. Das Verletzungsmuster reichte dabei vom Distorsionstrauma bis zur Femurtrümmerfraktur. Zwei Patienten wurden simultan bilateral und einer sequentiell operiert. Diese Verteilung war bei der Gesamtzahl von 45 Patienten jedoch nicht als besonders aussagekräftig bezüglich der Arthroseentstehung zu werten und stellte mit einem p-Wert von 0,608 auch keinen signifikanten Unterschied dar.

Komorb5 – Erkrankung des Bewegungsapparates

Diese „Nebenerkrankung“ wurde bei Patienten gewertet, welche durch andere Gelenkersätze oder Erkrankungen des Bewegungsapparates in ihrer Belastungs- und Bewegungsfähigkeit eingeschränkt waren und dadurch bedingt schlechtere Voraussetzungen für die Mobilisation und Rehabilitation mit dem Ziel eines guten Outcomes hatten. Das Kollektiv umfasste dabei sowohl systemische Erkrankungen wie Osteoporose, rheumatoide Arthritis, Fibromyalgie oder Polyneuropathie und Fußsyndrom als Folgen des Diabetes mellitus als auch lokalisierte Eingriffe ins Bewegungssystem z.B. aufgrund von Endoprothesenversorgung oder Frakturen. Zwischen den Gruppen bestand bezüglich dieser Beeinträchtigungen absolut betrachtet kein großer Unterschied (simultan bilateral 7/22, sequentiell 5/23), welcher sich auch in der statistischen Testung als nicht signifikant erwies ($p=0,514$).

Komorb6 – schwere internistische Erkrankungen

Die Tatsache, dass es sich bei einem der operierenden Häuser um das Universitätsklinikum der Friedrich Schiller Universität handelte, hat zur Folge, dass Patienten mit komplexem Nebenerkrankungsbild und erhöhtem Risikoprofil überdurchschnittlich hoch repräsentiert waren. In der simultan bilateralen Gruppe wiesen 3 Patienten, jeder aus anderer Ursache, eine Thrombozytopenie auf, was zufällig war, jedoch das durchschnittliche Risikoprofil in dieser Gruppe angehoben hatte, sodass der risikobehaftete Anteil der Patienten in der simultanen Gruppe mit 22,7% deutlich über den sequentiellen 13,0% lag, allerdings keinen statistisch signifikanten Unterschied anzeigte. Weitere Erkrankungen, weshalb Patienten in

dieser Komorbidität gewertet wurden, waren eine bestehende symptomatische Herzinsuffizienz oder respiratorische Insuffizienz, welche Folgen sowohl in anästhesiologischer als auch rehabilitativer Sicht hatten, als auch eine bestehende Krebserkrankung und ein von-Willebrand-Syndrom, welches wie die Thrombozytopenie bei der operativen Versorgung sorgfältig abgesichert werden musste.

Es ergab sich damit zusammenfassend zwischen den beiden Verfahrensgruppen zwar abweichende Tendenzen jedoch keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich des Komorbiditätenprofils der Patienten.

ASA-Einstufung

Basierend auf den Nebenerkrankung und dem Gesundheitszustand der Patienten, spiegelte der anästhesiologische Score ASA (American Society of Anesthesiologists) das Risikoprofil des Patienten im Gesamten wieder. Einige der oben erfassten Komorbiditäten flossen mit in den Score ein, um jedoch ein ausführlicheres Erkrankungsprofil zu erhalten, wurden sie zuvor einzeln erfasst. Abbildung 4 zeigt die Verteilung der Scores in den einzelnen Gruppen.

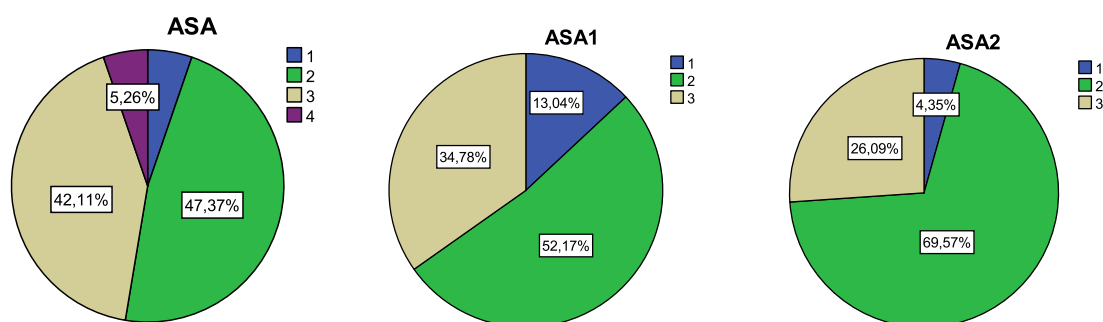


Abbildung 4: Verteilung des Narkoserisikos anhand der ASA-Klassifikation; (a) simultan bilateral, (b) 1. sequentielle OP, (c) 2. sequentielle OP

Während von sequentiellen Patienten alle Score-Werte erhoben werden konnten, war es bei 3 simultan bilateralen Patienten nicht in den Anästhesie-Unterlagen dokumentiert. Daher bezogen sich die Prozentangaben in dieser Gruppe auf eine Gesamtheit von 19 Patienten. In beiden Patientenkollektiven wurde der größte Teil der Patienten einem ASA-Grad 2 oder 3 zugeordnet, wie es auch in der Fachliteratur beschrieben wurde (80% alle Patienten, Theilmeier et Coldewey 2009). Der statistische Vergleich der ASA-Verteilung der simultanen Gruppe mit der Klassifikation der getrennt betrachteten sequentiellen Operationen ergab einen p-Wert von 0,287 (sim. und 1. sequ. OP) bzw. 0,184 (sim. und 2. sequ. OP) und zeigte damit keine signifikante Ausprägung.

Dabei sind diese beiden Stufen nicht eindeutig definiert und eine individuelle Graduierung teilweise schwierig. Grad 2 beschreibt einen Patienten mit leichter systemischer Erkrankung, während ASA 3 mit einer schweren systemischen Erkrankung in Verbindung steht. In der simultan bilateralen Gruppe befanden sich dazu je ein Patient mit einem ASA von 1, was dem gesunden Patienten entspricht, und einem ASA 4, dem Patienten mit einer lebensbedrohlichen systemischen Erkrankung. Da „die Trennschärfe der Gruppeneinteilung der Komplexität der Komorbiditäten nicht gerecht wird“ (Theilmeier et Coldewey 2009) und die Bewertung subjektiv durch den behandelnden Anästhesisten geprägt war, bestanden Unterschiede zwischen den ASA-Werten der sequentiellen Patienten zum Zeitpunkt der ersten und zweiten Operation, welche allerdings bei einem p-Wert von 0,90 keineswegs statistische bedeutsam waren.

4.1.3. Aufenthalte im Krankenhaus, in der Rehabilitationseinrichtung und Operationsabstände

Vor dem Abschnitt der operativen Daten, sollten hier die Ergebnisse der zeitlichen Aspekte des ein- bzw. zweizeitigen Vorgehens dargestellt werden.

Wie bereits im Abschnitt Patienten und Methodik definiert, wurden die simultan bilateralen Patienten während einer Operation innerhalb eines Krankenhausaufenthaltes mit beiden Endoprothesen versorgt, während die Probanden der sequentiellen Gruppe je ein Knie pro Krankenhausaufenthalt ersetzt bekamen. Da die Vergleichbarkeit erst nach beiden endoprothetischen Operationen gegeben war, floss neben den Tageszahlen der Einzelaufenthalte auch deren Summe mit in den Vergleich ein (siehe Tab. 7), welche im Abschnitt „Kosten“ volkswirtschaftlich von Interesse war. Um den Einfluss eines vorhandenen Ausreißers zu vermindern, wurde der Median als Vergleichswert gewählt.

	bilateral simultan	sequentiell 1. OP	sequentiell 2. OP	Signifikanz
Krankenhausaufenthaltsdauer in Tagen (Einzelaufenth.)	15	11	11	0,001
Summe an Krankenhaustagen	15	22		<0,001

Tabelle 7: Krankenhausaufenthalt

Wie aus den oben aufgeführten Liegezeiten zu erkennen war, befanden sich die Patienten nach dem simultan bilateralen Eingriff im Median 4 Tage länger im Krankenhaus als Patienten nach einer einseitigen Operation, deren Aufenthaltsdauer jener eines unilateralen

Gelenkersatzes am Kniegelenk entsprach. Dieser Unterschied war aufgrund der größtenteils geringen Anzahl an Krankenhaustagen allerdings bereits statistisch hoch signifikant. Dieses Ergebnis war jedoch keineswegs überraschend. Betrachtete man allerdings die Summe der sequentiellen Aufenthalte, so verbrachten diese Patienten insgesamt mehr Tage im Krankenhaus als die simultan bilaterale Vergleichsgruppe. Auch dieser Vergleich erreichte mit einem p-Wert $< 0,05$ eine hohe statistische Signifikanz.

Ein ähnliches Bild ergab sich für die Zeit in der Rehabilitationseinrichtung (siehe Tab. 8), welcher im Gesamten aufgrund von 2 getrennten Aufenthalten für die sequentiellen Patienten länger war als für jene aus der simultan bilateralen Gruppe.

Aufgrund dessen, dass sich ein Teil der Patienten zur klinischen Verlaufskontrolle heimatnah beim niedergelassenen Kollegen vorstellte, fehlte in den vorliegenden Akten bei diesen Patienten die Angaben zur Anschlussheilbehandlung. Bei einigen konnte sie durch direkte Anfrage in der Rehabilitationsanstalt erfragt werden.

	simultan bilateral	sequentiell 1. Aufenthalt	sequentiell 2. Aufenthalt	Summe der sequent. Zeiten
Aufenthaltsdauer in der Reha-Einrichtung in Tagen	21	21	21	42

Tabelle 8: Aufenthaltsdauer in der Rehabilitationseinrichtung

Letztlich sollte der Zeitraum betrachtet werden, welcher bei den sequentiellen Patienten zwischen ihren beiden Operationen lag. Er stellte sogar eins der Einschlusskriterien in die Untersuchung dar, wobei zu Beginn ein Maximum von 24 Monate zwischen den Operationen festgelegt wurde, um von einem sequentiell bilateralen Vorgehen bei beidseitiger Gonarthrose sprechen zu können. In der Auswertung wurde der Abstand zwischen den OP-Terminen der Übersicht halber in Kalendermonaten bestimmt. Von den 23 Patienten wurden Intervalle von minimal 4 bis maximal 22 Monaten erfasst, wodurch sich ein Median von 12 Monaten ergab.

4.1.4. Peri- und postoperative Ergebnisse

Im Folgenden werden die gesammelten Daten bezüglich des Operationsverlaufes, des Blutmanagements und der sich anschließenden postoperativen Tage ausgewertet (siehe Tab. 9). Aufgrund des retrospektiven Charakters dieser Untersuchung und einer

teilweise lückenhaft vorliegenden Dokumentation beziehen sich einige Werte auf eine andere Grundgesamtheit als die zu Beginn dieses Abschnittes genannte.

	simultan bilateral	sequentiell 1.OP	sequentiell 2.OP	sequentiell Summe	Signifikanz
OP-Zeit in min	257	130	132	255	0,8 (sim. vs. sequ. Summe)
Blutsperre-Zeit in min	118	91	71	167	0,404
intraop. Blutverl. in ml	800	325	300	-----	0,032 bzw. 0,019
präop. Hb in mmol/l	8,6	8,8	8,8	-----	0,723
postop. Hb in mmol/l	6,2	6,9	6,7	-----	0,085
Hb-Abfall in mmol/l	2,65	2,1	1,7	-----	0,024

Tabelle 9: intraoperative Parameter der simultanen und sequentiellen Patienten

Da die mediane Operationszeit in der simultanen Gruppe beinahe doppelt so hoch war wie die beiden einzelnen Eingriffe bei den sequentiellen Patienten, war der Unterschied logischerweise signifikant ($p < 0,001$). Allerdings relativierte sich die große Differenz, wenn man die Zeiten für die endoprothetische Versorgung beider Knie betrachtete. Mit $p = 0,8$ bestand kein signifikanter Unterschied, sodass die Operationsdauer in beiden Gruppen vergleichbar war. Betrachtete man die Dauer der aktivierten Blutsperre, so war diese in der simultan bilateralen Gruppe signifikant größer, da es sich dabei schon um die Summe aus den Zeiten an beiden Beinen handelte ($p = 0,046$ bzw. $0,005$ für simultan vs. sequentiell Einzelzeiten). Jedoch ergab sich im Vergleich zur Summe der sequentiellen Gruppe ein im Median geringerer Wert, welcher statistische allerdings keine Signifikanz aufwies ($p = 0,404$). In beiden Fällen, sowohl bei der OP-Zeit als auch der Dauer der Blutsperre, stimmte die „Summe sequentiell“ nicht genau mit einer Berechnung aus den angegeben medianen Einzelzeiten überein, da es sich ebenfalls um den Median der individuellen Patientensummenzeiten handelte.

Die Angaben zum intraoperativen Blutverlust waren in den Patientenunterlagen leider nur lückenhaft dokumentiert und daher im Rahmen einer statistischen Auswertung von geringer Aussagekraft. Da nur bei 2 sequentiellen Patienten ein Wert für beide Operationen vorlag, war eine individuelle Summenbildung nicht sinnvoll und es erfolgte der Vergleich des Medians simultan mit dem medianen Wert der einzelnen sequentiellen Eingriffe. Mit p -Werten von $0,032$ und $0,019$ bestand ein signifikanter Unterschied bezüglich des

Blutverlustes während einer simultan bilateralen OP und einer unilateralen Endoprothesenversorgung.

Aufgrund der unvollständigen Blutverlustdokumentation, wurden für alle Patienten die prä- und postoperativen Hb-Werte mit erfasst, um über diese den intraoperativen Blutverlust näherungsweise darstellen zu können. Wichtig war dabei der Ausgangswert der Patienten, welcher keinen signifikanten Unterschied ($p=0,723$) zwischen den Verfahrensgruppen aufwies. Ähnlich sah es beim postoperativen Hb aus. Da zwischen den Einzeloperationen mit $p=0,604$ kein signifikanter Unterschied bestand, wurde der patientenbezogene Mittelwert in der sequentiellen Gruppe mit den Werten der simultan bilateralen Patienten verglichen.

Daraus ergab sich ein p-Wert von 0,085, welcher den Unterschied zwischen den verfahrensgruppen betonte, allerdings keine Signifikanz dafür erbrachte.

Da zwischen den Daten des Hb-Abfalls der einzelnen Operationen in der sequentiellen Gruppe kein signifikanter Unterschied ($p=0,19$) bestand, erfolgte auch hier der Vergleich mit den simultanen Werten anhand der patientenindividuellen Mittelwerte aus beiden Eingriffen. Hier zeigte sich mit einem p-Wert von 0,024 ein statistisch signifikanter Unterschied. Eine Summenbildung der sequentiellen Werte war in diesem Bezug nicht sinnvoll, da der Blutverlust nicht direkt additiv auf den Körper einwirkte.

Blutersatz

In Abhängigkeit vom Hb-Wert und dem klinischen Zustand der Patienten wurden diese intra- oder postoperativ mit Erythrozytenkonzentraten oder zuvor gespendetem Eigenblut transfundiert. Zusätzlich wurde bei Risikopatienten perioperativ Blut im Cell-Saver aufbereitet und retransfundiert. In die Statistik zum EK-Verbrauch gingen nur Fremdblutkonserven ein (siehe Tab. 10 und Abb. 5). Da der Vergleich des Blutmanagements auf der Voraussetzung eines beidseitigen Kniegelenkersatzes beruhte, wurden die benötigten Konserven für beide Eingriffe der sequentiellen Patienten zusammengefasst.

	simultan bilateral	sequentiell	Signifikanz
transfusionspflichtige Patienten	14 (63,6%)	6 (26,1%)	0,007
Summe Fremdblutkonserven	47	14	
medianer EK-Verbrauch pro transf.pflicht. Patient	3	2	0,331

Tabelle 10: Fremdblutverbrauch

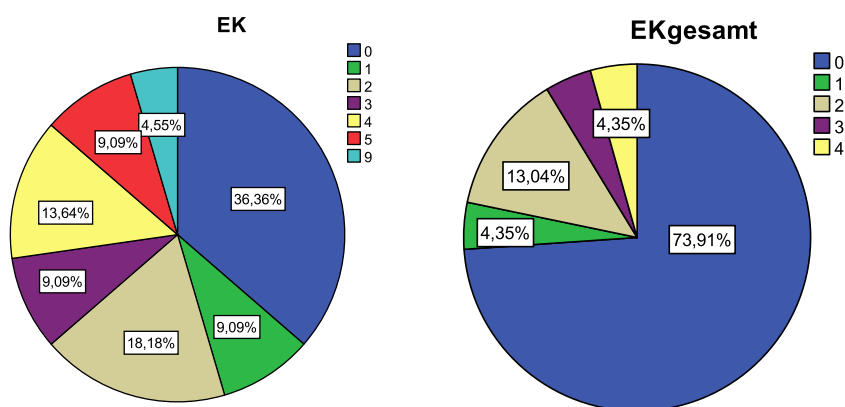


Abbildung 5: EKs pro Patient im Rahmen der Versorgung beider Kniegelenke; (a) simultan, (b) Summe der sequentiellen Werte

Der Anteil der Patienten, welche auf Grundlage ihres klinischen Zustand und ihrer Hb-Werte als transfusionspflichtig eingestuft wurden, war in der simultan bilateralen Gruppe mehr als doppelt so groß wie in der sequentiellen. Der ermittelte p-Wert von 0,007 untermauerte den Unterschied mit einer hohen statistischen Signifikanz. Es fand sich im einzeitigen Patientengut außerdem eine höhere Zahl transfundierter Erythrozytenkonzentrate, sowohl bezüglich der maximalen Anzahl, welche ein Patient erhalten hatte (simultane Spannweite 1 bis 9, sequentielle Spannweite 1 bis 4), als auch im Bezug auf den medianen Wert der Konserven pro transfundiertem Patient (simultan 3 und sequentiell 2 Konserven, aufgrund der Tatsache, dass immer die Übertragung ganzer Erythrozytenkonzentrate erfolgte, wurde der Median angegeben). Bezüglich der pro transfusionspflichtigen Patienten benötigten Blutprodukte fand sich jedoch keine Signifikanz ($p=0,331$).

Bei 2 simultan bilateralen Patienten erfolgte zusätzlich aufgrund ihrer Thrombozytopenie die Transfusion von 3 bzw. 2 Thrombozytenkonzentraten.

ITS-Aufenthalt und Komplikationen

	simultan bilateral	sequentiell Summe	Signifikanz
ITS-Aufenthalt	31,8% (7/22)	4,3% (1/23)	0,022
Kompl. 1 = postop. Blutungsanämie	40,9% (9/22)	0% (0/23)	0,01
Kompl. 2 = verstärkt postoperativ Schmerzen	22,7% (5/22)	4,3% (1/23)	0,096
Kompl. 3 = postop. punktionswürdig. Erguss/ Hämatomrevision	4,5% (1/22)	8,7% (2/23)	1,0

Tabelle 11: Ergebnisse des postoperativen Zeitraumes

Tabelle 11 zeigt die postoperativen Ereignisse im Überblick. Dabei erschien die 7fache Häufigkeit eines postoperativen Aufenthaltes der simultan endoprothetisch versorgten Patienten auf der Intensivstation zunächst alarmierend und erwies sich logischerweise als statistisch signifikant ($p=0,022$). Dieser Wert beruhte allerdings auf verschiedenen Ursachen. 4 der 7 Patienten verbrachten geplant eine Nacht auf der Intensivstation, ohne dass ein Zwischenfall diese Verlegung bedingt hätte. Dies geschah vorsorglich, um eine bessere postoperative Überwachung der Risikopatienten, welche entweder mehrfach herzkrank waren oder an einer Thrombozytopenie litten, zu gewährleisten. Eine Patientin litt zusätzlich zu ihrer Herzerkrankung an einer postoperativen Blutungsanämie (siehe Abschnitt „Komplikationen“), während eine weitere Patientin bereits vor dem Eingriff auf der Intensivstation lag. Wiederum eine Patientin wurde nach erfolgter Ausleitung reanimationspflichtig aufgrund eines Sinusarrestes bei vagaler Bradykardie und wurde daher zunächst auf die ITS verlegt. In der sequentiellen Gruppe handelte es sich ebenfalls nur um die postoperative Nacht aufgrund der kardialen Komorbidität der Patientin.

Während der Datensammlung wurden die aufgetretenen Komplikationen zunächst ohne Einschränkung erfasst. Danach wurden für die häufigsten die genannten drei Komplikationsgruppen erstellt und die Patienten diesen zugeordnet. Neben dem oben aufgeführten Herzstillstand, einem Harnwegsinfekt und einer Thrombose im Unterschenkel ergab sich die genannte Verteilung.

- *Komplikation 1 – postoperative Blutungsanämie*

Wie bereits die oben aufgeführten Ergebnisse des EK-Verbrauchs schlussfolgern ließ, bestand beim simultan bilateralen Operationsverfahren aufgrund der doppelt so großen Wundfläche ein erhöhtes Risiko für Blutungen bzw. ein erhöhter Blutverlust. Die Gefahr einer postoperativen Blutungsanämie war daher beim einzeitig beidseitigen Gelenkersatz größer. Dies zeigte auch der signifikante Unterschied ($p=0,001$) zwischen den Komplikationsraten der untersuchten Patientengruppen mit 40,9% in der simultanen und 0% in der sequentiellen Gruppe. Dieses Ergebnis trug als Hauptursache für intra- oder postoperative Bluttransfusionen maßgeblich zum höheren EK-Bedarf in der simultan bilateralen Gruppe bei.

- *Komplikation 2 –verstärkt postoperative Schmerzen*

Alle operierten Patienten wurden nach Standard für die Analgesie nach der Implantation einer Knieendoprothese mit einem Femoraliskatheder bzw. einem Periduralkatheder versorgt. Ein Patient wurde in dieser Kategorie erfasst, wenn die Schmerzen trotz der üblichen Medikation eine weitere Konsultation des Schmerzdienstes erforderlich machten. In der simultan bilateralen Gruppe war dies 5mal so häufig der Fall wie bei den einseitig operierten Patienten der sequentiellen Gruppe. Allerdings stellte dieser Unterschied aufgrund der kleinen Grundgesamtheiten keine Signifikanz dar ($p=0,096$).

- *Komplikation 3 – postoperativer punktionswürdiger Erguss/Hämatom*

Da eine Schwellung des Kniegelenkes postoperativ als normal zu werten war, wurden hier nur die Ergüsse und Hämatome erfasst, welche eine Punktion oder Wundrevision erforderlich machten. Mit 2 Patienten in der sequentiellen und einem in der simultanen Gruppe bestand in dieser Kategorie kein statistisch signifikanter Unterschied ($p=1,0$).

Zeitraum der Arbeitsunfähigkeit

Da sich ein Großteil der Patienten zum Zeitpunkt der Operation(en) bereits im Rentenalter befand, lagen nur wenige Daten zu Zeitraum der Arbeitsunfähigkeit (AU) vor. Hinzu kam, dass insgesamt 6 Patienten (3 je Gruppe), welche noch nicht berentet waren, sich postoperativ beim eigenen Orthopäden vorstellten und somit keine ambulante Wiedervorstellung im Haus erfolgte. Ein Lösungsansatz für dieses Problem lag im Patientenfragebogen, wo u.a. der Zeit bis zur vollständigen Teilnahme am Alltag erfragt wurde (Auswertung siehe dort). Insgesamt lagen AU-Daten von 5 simultan bilateral operierten Patienten vor, welche mit einer Bandbreite von minimal 112 und maximal 208 Tagen letztendlich einen medianen Wert von 121 Tagen Arbeitsunfähigkeit aufwiesen. Da in der sequentiellen Gruppe nur ein einziger Wert von 185 Tagen für 1 Knie vorlag, war eine Vergleichbarkeit zwischen den Parteien keinesfalls möglich.

4.1.5. Gelenkbezogene Daten

Präoperative Deformität der Kniegelenke

Um eine höhere Validität der Deformitätsangaben zu erreichen, wurden in dieser Arbeit die Daten der präoperativen Navigation verwendet, welche für einen Großteil der Patienten vorlagen. Sowohl bei den simultan bilateralen als auch in beiden Knien der sequentiellen

Patienten lag signifikant häufiger eine Varus-Deformität vor (p-Wert in jeder Gruppe $<0,05$). Zwischen den Untersuchungsgruppen simultan und sequentiell existierte kein statistisch wirksamer Unterschied im „Varus-Valgus-Verhältnis“ ($p=1,0$). In den meisten Fällen bestand dabei beidseitig die gleiche Deformität, allerdings beinhalteten beide Untersuchungsgruppen auch Patienten mit einer sogenannten „windschiefen“ Deformität mit einem varischen und einem valgischen Kniegelenk (4 simultan vs. 3 sequentiell). Deshalb erfolgte die grafische Darstellung anhand der Gelenkseite (siehe Abb. 6).

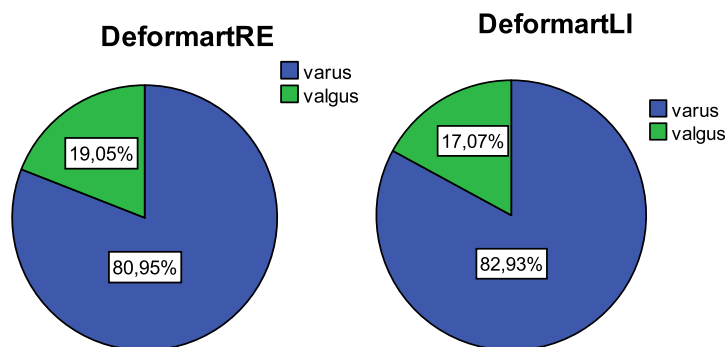


Abbildung 6: präoperative Achsabweichung nach Gelenkseite(a) rechts, (b) links

Da einige Oberflächenersatz- und die gekoppelten Prothesen nicht navigiert implantiert wurden, lagen für diese Operationen keine validen Messdaten bezüglich des Deformitätsausmaßes vor. Daher floss in den sequentiellen Gruppen sequ1 und sequ2 eine verringerte Anzahl an Daten in die Auswertung ein. Die Spannweite der Achsabweichung reichte unabhängig von der Deformität von $0,5^\circ$ (somit gerade Beinachse) bis zu $15,5^\circ$. Wie im Boxplotdiagrammen (siehe Abb. 7) erkenntlich, erreichten die Unterschiede zwischen den Verfahrensgruppen keine statistische Signifikanz ($p=0,456$ für rechts bzw. $p=0,166$ für links).

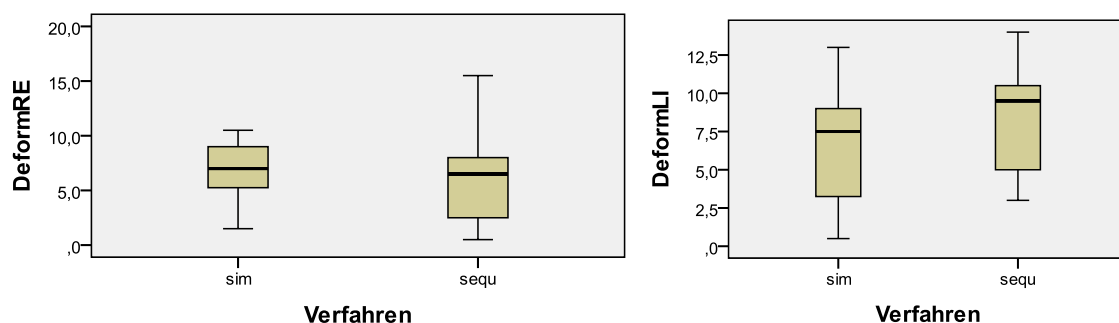


Abbildung 7: Ausmaß der Achsabweichungen nach Gelenkseite (a) rechts, (b) links und Verfahren unterteilt

Betreffs einer vorbestehenden Streckhemmung wurden die klinisch erfassten Daten ausgewertet (siehe Abb. 8). Dies war für 20 der 22 simultanen und 20 der 23 sequentiellen Patienten möglich. Bei einer Streckhemmung von über 5° in mindestens einem Knie wurden die Patienten der so benannten Gruppe zugeordnet. Patienten mit vollem Streckvermögen oder nur geringen Defiziten bis 5° wurden der Gruppe „Streckhemmung bis 5°“ zugeordnet. Zwischen den Verfahren existierte mit dieser Verteilung kein signifikanter Unterschied ($p=0,111$).

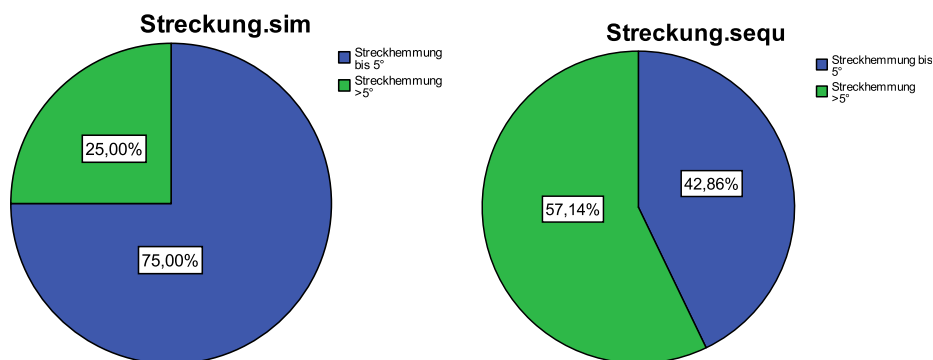


Abbildung 8: präoperatives Streckdefizit nach Verfahrensgruppen(a) simultan, (b) sequentiell

Prothese

Das simultan bilaterale Patientengut wurde in 90,9% der Fälle (20/22) in beiden Kniegelenken mit einem Oberflächenersatz der Marke Scorpio mobile bearing (siehe Abb. 9)



Abb. 9: ungekoppelter bikondylärer Oberflächenersatz Scorpio mobile bearing (Stryker® Howmedica Osteonics Corporation)

der Firma Stryker versorgt. Einem Patienten (4,55%) wurde ebenfalls mit einem ungekoppelten Oberflächenersatz, allerdings von einer anderen Marke (CORIN), implantiert, sodass insgesamt in dieser Verfahrensgruppe 42 von 44 Knieen (95,45%) einen ungekoppelten Oberflächenersatz erhielten. Den verbleibenden Anteil von 4,55% (1/22 Patienten) bildete eine Patientin, welcher posttraumatisch Revisionsendoprothesen implantiert wurden (siehe Abb. 10). Dabei konnte in allen Fällen beidseitig Prothesen mit dem gleichen Kopplungsgrad eingesetzt werden.

Bei den sequentiellen Patienten erfolgte in 39 von 46 Knieen (84,78%) die Implantation eines ungekoppelten Oberflächenersatzes (24-mal Scorpio mobile bearing der Firma Stryker,

14-mal CORIN, 1mal Innex der Firma Zimmer). Eine gekoppelte Prothese (Scorpio TS oder MRH von Stryker) wurde in 7 von 46 Knien (15,22%) implantiert. Tabelle 12 zeigt die Werte in der Übersicht.

	ungekoppelter Oberflächenersatz	Signifi- kanz	gekoppelte Prothese	gleicher Kopplungsgrad in 1 Patient	Signifi- kanz
simultan	42/44 Knie (95,45%)	0,158	2/44 Knie (4,55%)	22/22 Pat. (100%)	0,233
sequentiell	39/46 Knie (84,78%)		7/46 Knie (15,22%)	20/23 Pat. (78,26%)	

Tabelle 12: Prothesenart

Der Anteil an Oberflächenersatzprothesen in den beiden Gruppen unterschied sich mit einem p-Wert von 0,158 nicht signifikant, genau wie die Abweichung bezüglich des gleichen Kopplungsgrades der Prothesen in den beiden Knien eines Patienten ($p=0,233$).

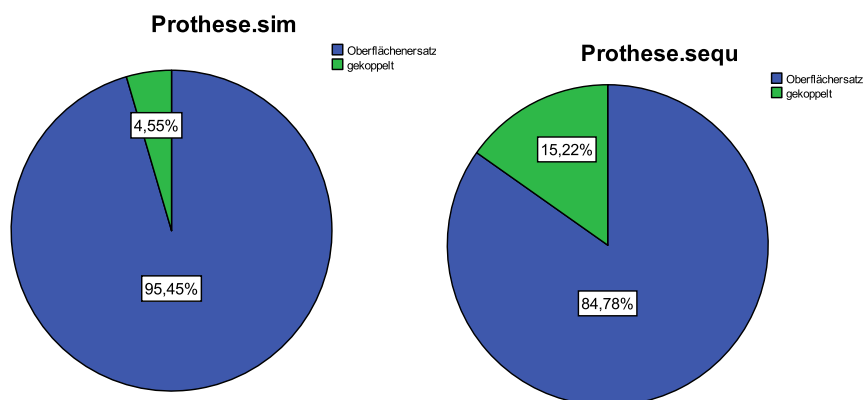


Abbildung 10: implantierte Prothesen nach Kopplungsgrad unterteilt- (a) simultan, (b) sequentiell

4.2. Patientenumfrage

4.2.1. Rücklauf

Von den 22 simultan operierten Patienten antworteten 20 auf die Umfrage, somit ergab sich ein Rücklauf von 90,9%. Die 2 fehlenden Patientinnen waren vor dem Befragungszeitpunkt an vom Eingriff unabhängiger Ursache verstorben. In der sequentiellen Vergleichsgruppe machten 15 der 23 operierten Patienten (65,2%) Angaben zu Ergebnis und ihrer Zufriedenheit. Auch in dieser Gruppe kam es im Zeitraum bis zur Nachbefragung zu einem Todesfall, welcher jedoch nicht im Zusammenhang mit der endoprothetischen Versorgung stand. Von den restlichen 7 Patienten erfolgte trotz zweifachen Anschreibens leider keine Antwort.

Nach Abschluss lag somit von insgesamt 35 Patienten ein postoperativ ausgefüllter KOOS-Bogen als auch der persönliche Fragebogen zur Auswertung vor. Aufgrund der unterschiedlichen Populationsgrößen waren bei der Unterscheidung zwischen den Verfahrensgruppen die prozentualen Werte ausschlaggebend. Absolute Zahlen wurden der Vollständigkeit halber mit angegeben.

4.2.2. Ergebnisse

4.2.2.1. Zufriedenheit

Bei den vorliegenden 34 Patientenantworten (bei einem sequentiellen Umfragebogen fehlte leider diese Antwort) bezüglich der Frage, ob sie mit dem Ergebnis ihres Kniegelenkersatzes sehr zufrieden, zufrieden oder nicht zufrieden seien, zeigte sich insgesamt ein positives Bild (siehe Abb. 11). 50% (17/34) aller Patienten gaben an „sehr zufrieden“ und weitere 38,2% (13/34) „zufrieden“ mit ihrem Ergebnis zu sein. Allein bei 11,8% (4/34) der Patienten stellte sich keine Zufriedenheit ein. Als Gründe dafür wurden weiter bestehende Schmerzen, eine unzureichende Beweglichkeit, Beinlängendifferenz und eine mit den genannten Problemen verbundene Einschränkung im Alltagsleben angegeben. Wie sich die Kategorien auf die einzelnen Verfahren verteilten, zeigt folgendes Balkendiagramm.

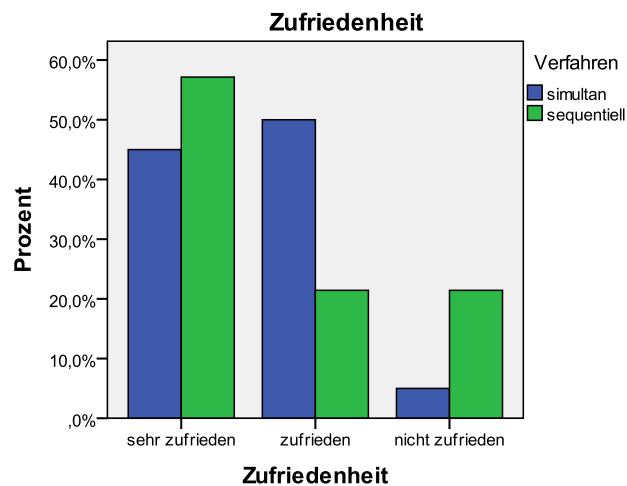


Abbildung 11: postoperative Zufriedenheit der Patienten mit dem beidseitigen Kniegelenkersatz

Während in der sequentiell operierten Gruppe anteilig mehr Patienten sehr zufrieden mit dem Ausgang des Gelenkersatzes waren (57,1% vs. 45%), so lag jedoch bei den simultan Operierten aufgrund der hohen Rate an „Zufriedenen“ (50% der simultanen s. 21,4% der sequentiellen) insgesamt ein höherer Zufriedenheitsgrad vor (sehr zufrieden bzw. zufrieden 95% simultan vs. 78,6% sequentiell). Nach Verfahren getrennt betrachtet gab es unter den

einzeitig versorgten Patienten nur 1 Fall (5%) von „nicht zufrieden“, wohingegen in der zweizeitig operierten Fraktion 3-mal diese Angabe gemacht wurde. Damit existierten absolut betrachtet mehr unzufriedene Patienten in der sequentiellen Gruppe, für welche sich aufgrund der kleineren Population von 14 Probanden ein relativer Anteil von 21,4% ergab. Die Gegenüberstellung der verfahrensspezifischen Werte und der berechneten Anteile findet sich in Tabelle 13.

	simultan	sequentiell	exakte Signifikanz
sehr zufrieden	9 (45%)	8 (57,1%)	0,728
zufrieden	10 (50%)	3 (21,4%)	0,153
nicht zufrieden	1 (5%)	3 (21,4%)	0,283

Tabelle 13: absolute und relative Werte der postoperativen Zufriedenheit

Mittels Chi-Quadrat-Test für dichotome Daten konnte allerdings aufgrund der Gesamtpopulationsgröße von 34 in keiner Kategorie ein p-Wert $< 0,05$ erreicht und somit keine Signifikanz der Unterschiede festgestellt werden.

4.2.2.2. Verfahrenswahl

In der simultanen Gruppe hätten, bei einer vorliegenden Zufriedenheitsrate („sehr zufrieden“+ „zufrieden“) von 95%, 18 der 20 Probanden (90%) erneut ein einzeitiges Verfahren gewählt (siehe Abb. 12). Für eine zeitlich getrennte Operation beider Kniegelenke entschieden sich postoperativ 2 (10%) Patienten. Wo die Ursachen für diese Entscheidung lagen, könnte, genau genommen, nur der Patient erläutern. Mögliche Gründe sollen im Diskussionsteil beleuchtet werden.

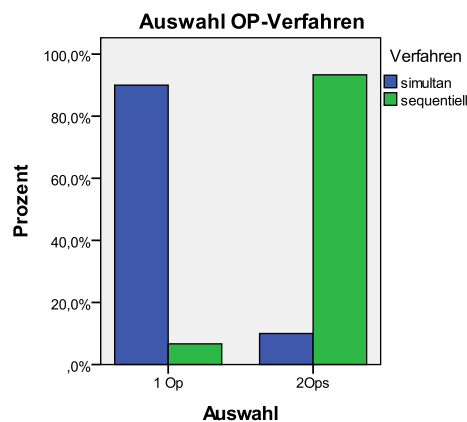


Abbildung 12: postoperative Verfahrenswahl durch die Patienten

Bei den sequentiell operierten Patienten überstieg die Rate der postoperativen zweizeitigen Entscheidungen mit 93,3% (14/15 Patienten) sogar die Zufriedenheitsrate von insgesamt 78,6%. Es zeigte sich hier, dass trotz oder gerade wegen der Unzufriedenheit mit dem Ergebnis ein simultanes Vorgehen vom Patienten nicht in Betracht gezogen wurde. Welche Gründe dies haben könnte, soll ebenfalls später noch erörtert werden. In der statistischen Untersuchung belegte die Signifikanzberechnung mittels Chi-Quadrat-Test ($p < 0,05$) die signifikant unterschiedliche Entscheidung der Patienten, abhängig von den bei ihnen durchgeführten Verfahren. Dabei war aber auch bei beiden Eingriffstechniken die fehlende Erfahrung mit dem jeweils anderen Verfahren nicht zu missachten.

4.2.2.3. Ergebnisgleichheit

Bei allen Probanden lag zum Zeitpunkt der Befragung bereits eine im jeweiligen Verfahren durchgeführte bilaterale Versorgung mit Endoprothesen vor. Von Interesse war, inwieweit nach Meinung des Patienten ein Unterschied in den einzelnen Gelenken nach unterschiedlichem Ersatzverfahren (simultan oder sequentiell) bestand. Da sich der KOOS-Score postoperativ nicht zur Unterscheidung der einzelnen Knie eignete, sollten die Patienten Schmerz und Bewegungsfähigkeit ihrer Knie vergleichend subjektiv bewerten. Die Umfrage lieferte das in Abb. 13 dargestellte Ergebnis.

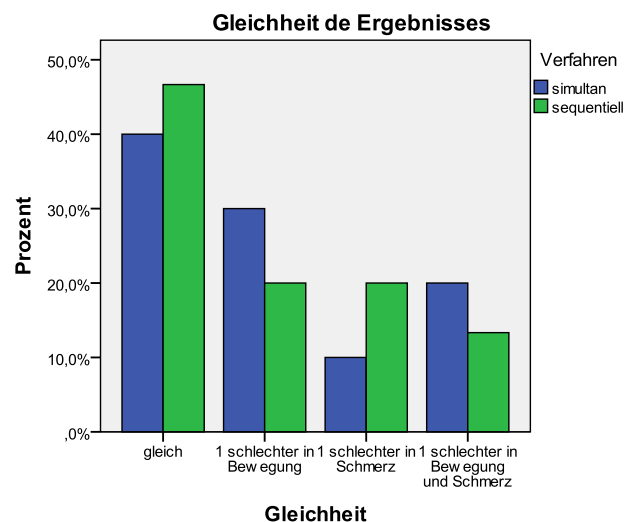


Abbildung 13: Ergebnisbeurteilung anhand postoperativer Beschwerdesymptomatik

Die Auswertung des Balkendiagramms zeigte auf den ersten Blick, dass in beiden Gruppen sowohl Ergebnisgleichheit als auch Unterschiede zu finden waren, wobei sich für kein Verfahren ein bestimmtes Beschwerdebild heraus kristallisierte. Dass beide Kniegelenke sich

bezüglich Bewegung und Schmerz gleich verhielten, gaben in der Gesamtheit aller 35 erhaltenen Umfragen 42,9% (15/35) an. Bei den simultan bilateral operierten Patienten handelte es sich um 40% (8/20) und in der Gruppe der sequentiell operierten um 46,7% (7/15). Insgesamt 6 Patienten (simultan 2 und sequentiell 4) präzisierten diese Antwortmöglichkeit darauf, dass sie kaum bzw. keine Schmerzen in beiden Kniegelenken hätten. Ein im Vergleich eingeschränktes Bewegungsvermögen eines Kniegelenks fand sich in 30% (6/20) der beidseitig versorgten und in 20% (3/15) der in zwei Operationen einzeln versorgten Fälle. Bezüglich noch bestehender Schmerzen in einem Knie konnten simultan 2 Patienten (10%) und sequentiell 3 Patienten (20%) erfasst werden. Sowohl eine Bewegungseinschränkung als auch Schmerzen in einem der Knie gaben insgesamt 17,1% (6/35) der Befragten an, welche mit 4 von 20 Betroffenen in der einzeitig beidseitig operierten Gruppe einen Anteil von 20% einnehmen und unter den zweizeitig Versorgten 13,3% (2/15) ausmachten. Nach subjektivem Befinden der Patienten begründeten sich die Unterschiede in einer postoperativen Reizung, einer zu späten Rehabilitation und damit verbundener verminderter Beübung postoperativ, oder einer Beinlängendifferenz, welche zu Problemen beim Gehen und Treppen steigen führt.

	insgesamt	simultan	sequentiell	exakte Signifikanz
gleich	15/35 (42,9%)	8/20 (40%)	7/15 (46,7%)	0,74
1 schlechter in Bewegung	9/35 (25,7%)	6/20 (30%)	3/15 (20%)	0,70
1 schlechter in Schmerz	5/35 (14,3%)	2/20 (10%)	3/15 (13,3%)	0,63
1 schlechter in Bewegung und Schmerz	6/35 (17,1%)	4/20 (20%)	2/15 (13,3%)	0,68

Tabelle 14: postoperative Beschwerdesymptomatik im subjektiven Seitenvergleich

Die exakten 2-seitigen Signifikanzen im Chi-Quadrat nach Pearson erfüllten das Kriterium $p < 0,05$ allerdings nicht (siehe Tab. 14), weshalb zwischen den Gruppen bezüglich des subjektiven Ergebnisvergleiches der beiden Knie kein signifikanter Unterschied festzustellen war.

4.2.2.4. *Verfahrensindividuelle Fragen*

4.2.2.4.1. Weiterempfehlung des simultan bilateralen Verfahrens

In enger Verbundenheit mit der Zufriedenheit der Befragten stand auch, ob sie eine solche Operation weiterempfehlen würden, denn die Mundpropaganda verkörpert bezüglich der medizinischen Information und Bildung der Bevölkerung wohl eine der stärksten Quellen.

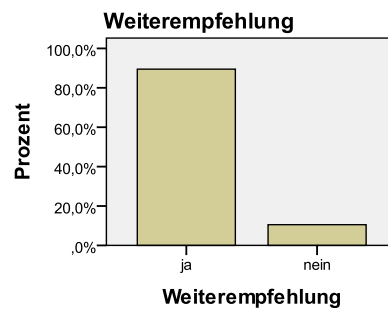


Abbildung 14: Weiterempfehlung des simultan bilateralen Verfahrens durch die einzeitig operierten Patienten

Auf den 20 Antwortbögen der simultan operierten Gruppe war in 19 Fällen eine eindeutige Meinung angegeben und hier auswertbar. Eine Patientin (5%) konnte sich diesbezüglich nicht festlegen und würde die Auswahl dem Betroffenen überlassen, dabei jedoch mittels eigenen Erfahrungsbericht Entscheidungshilfe geben. Die Verteilung des Ergebnisses dieser Frage (siehe Abb. 14) ähnelte jener nach der postoperativen Entscheidung für das ein- bzw. zweizeitige Verfahren. 85% (17/20) hätten eine simultan bilaterale Operation weiterempfohlen, 10% (2/20) jedoch nicht. Mögliche Ursachen sollen Gegenstand der Diskussion werden.

4.2.2.4.2. Kontralaterale Beschwerden der sequentiell operierten Patienten zum Zeitpunkt der ersten OP

Die Hauptvoraussetzung für die endoprothetische Versorgung beider Kniegelenke, egal ob in einer oder zwei getrennten Sitzungen, stellt das Vorliegen einer beidseitigen, meist arthrotisch bedingten, funktionseinschränkenden und/oder schmerzhaften Veränderung im Kniegelenk dar. Dass dieses Beschwerdebild in der simultan operierten Patientengruppe zum OP-Zeitpunkt bereits bilateral bestand, galt in dieser Arbeit als vorausgesetzt, da die OP-Indikation für jedes Knie getrennt klinisch und radiologisch gestellt wurde. Es stellte sich damit für den sequentiellen Teil die Frage, ob bei der Vorstellung zur Operation des ersten Knies bereits Beschwerden im anderen Kniegelenk bestanden, sodass nach beidseitiger Prüfung der Indikation zur Knie-TEP, auch ein einzeitiges Verfahren als Option zu betrachten gewesen wäre.

Daher wurden die zweizeitig mit Knieprothesen versorgten Patienten gefragt, ob vor der ersten Operation bereits beidseitig Beschwerden bestanden hatten und ein simultanes Vorgehen mit Ihnen besprochen worden war. Als Resultat gaben 14 der 15 (93,3%) beteiligten sequentiellen Patienten an, zum Zeitpunkt des ersten Kniegelenkersatzes bereits

Beschwerden im anderen Knie gehabt zu haben (siehe Abb. 15). Eine (6,7%) verneinte diese Frage. Da von den Patienten keine Stadien der Arthrose beschrieben werden konnten, war die Bejahung der bilateralen Beschwerden allerdings nicht direkt gleichzusetzen mit einer beidseitigen OP-Indikation.

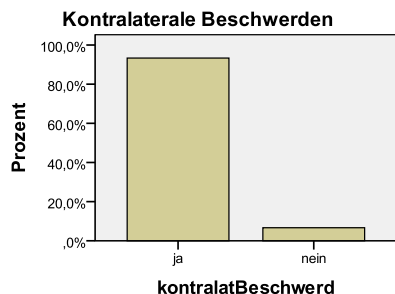


Abbildung 15: Prävalenz beidseitiger klinischer Zeichen der Gonarthrose

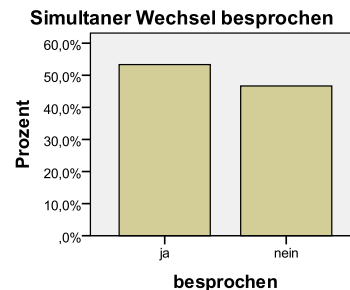


Abbildung 16: ärztliches Angebot des simultan bilateralen Kniegelenkersatzes

Das Ergebnis für die Besprechung eines simultanen Ersatzes (siehe Abb. 16) gestaltete sich daher in sofern anders, dass nur bei 8 der 15 Patienten (53,3%) dieser Vorschlag aufgrund der wahrscheinlich beidseits fortgeschrittenen Arthrose zur Debatte stand, wohingegen beim knappen Rest (46,7%) diese Möglichkeit laut Patientenantwort nicht in Betracht gezogen wurde.

4.2.2.5. Eingliederung in den Alltag

Die letzte noch auszuwertende Frage des Fragebogens zielte auf die Zeit ab, welche die Patienten ihrer Meinung nach benötigt haben, um nach dem Gelenkersatz wieder am Alltag voll teilnehmen zu können. In der simultanen operierten Gruppe machten 18 der 20 Patienten verwertbare Angaben, welche bei minimal 0 Tagen, also einem nach der Rehabilitation sofort möglichen Einstieg ins Alltagsleben, und 365 Tagen lagen (siehe Abb. 17). Im Median ergab sich dabei ein Wert von 81 Tagen.

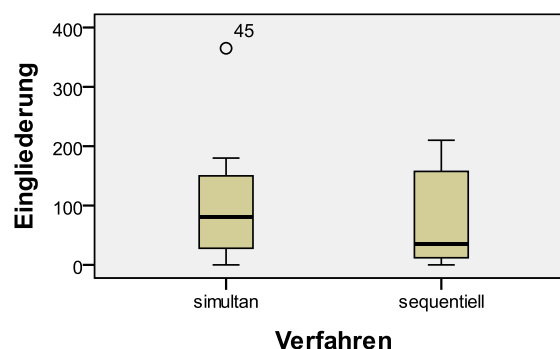


Abbildung 17: Eingliederung in den Alltag, simultan vs. sequentielle Einzeloperation

Ähnlich lag der kleinste genannte Wert unter den sequentiellen Probanden bei 0 Tagen, jedoch belief sich die höchste Angabe auf 210 Tage. Dabei flossen die Antworten von 13 Patienten ein. Für die zweizeitig versorgten Patienten berechnet sich daraus ein Median von 35 Tagen. Dieser Wert bezog sich allerdings nur auf ein operiertes Knie. Addierte man in der sequentiellen Gruppe die Angaben für beide Knie, so ergab sich ein Median von 70 Tagen (min. 0 Tage, max. 360 Tage). Da zwischen den beiden Ausfallzeiten der sequentiellen Patienten kein signifikanter Unterschied bestand ($p=0,92$), wurde bei einer fehlenden Angabe die andere für beide Knie angerechnet (siehe Tab. 15 und Abb. 18).

Eingliederungszeit in Tagen nach einer OP	simultan	sequentiell	Signifikanz
Median	81	35	0,45
Perzentil 25	24,5	6	
Perzentil 75	157,5	161,25	
Eingliederungszeit für beide Knie			
Median	81	70	0,613
Perzentil 25	24,5	28	
Perzentil 75	157,5	345	

Tabelle 15: Tagesangaben und Signifikanzberechnung der Eingliederungszeit

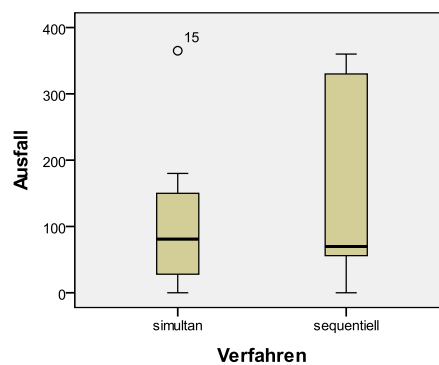


Abbildung 18: Eingliederung in den Alltag, simultan vs. sequentielle Summe

Die Zeiten der simultan Versorgten befanden sich nach Untersuchung mit dem U-Test weder in Beziehung zu den Einzelzeiten der sequentiell Operierten ($p=0,45$), noch zu deren Gesamteingliederungszeit für beide Knie ($p=0,613$) in einem signifikanten Unterschied.

4.3. KOOS-Daten

4.3.1. Datenmenge

In der simultan operierten Gruppe lag präoperativ von 17 Patienten ein ausgefüllter KOOS-Fragebogen vor. Bei der postoperativen Briefbefragung füllten 20 der 22 Patienten diese aus. 2 Patienten waren bis zum Zeitpunkt der Nachfrage bereits verstorben. Da die präoperative Evaluierung der Patienten mittels KOOS in Halle nicht standardmäßig durchgeführt worden war, fanden sich unter den sequentiellen Patienten leider nur 9 Bögen je operierter Seite. Im postoperativen Verlauf antworteten 15 der 23 angeschriebenen Patienten.

4.3.2. Datenauswertung

Aus den summierten Punkten der einzelnen Fragekategorien des KOOS wurden anhand der vorgegebenen Gleichungen die jeweiligen Scores berechnet. Die Mittelwerte sind in Abbildung 19 dargestellt. Es handelte sich dabei um die deskriptive dargestellten Mittelwerte der Angaben aller Patientenbögen, ohne dabei jene auszuschließen, von welchen einer der Bögen (präop. oder postop.) nicht vorlag und welche damit nicht gepaart waren und mit einer Differenz in den noch folgenden individuellen Scorevergleich eingingen. Die Sensitivitätsanalyse zwischen den Mittelwerten aus allen Patientenantworten und den gepaart vorliegenden Werten ergab, mit Ausnahme der Skala Schmerzen in der postoperativen Befragung der sequentiellen Patienten, für alle Kategorien keine großen Abweichungen. Es konnte somit davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse mit und ohne Ausschluss ungepaarter Daten vergleichbar waren.

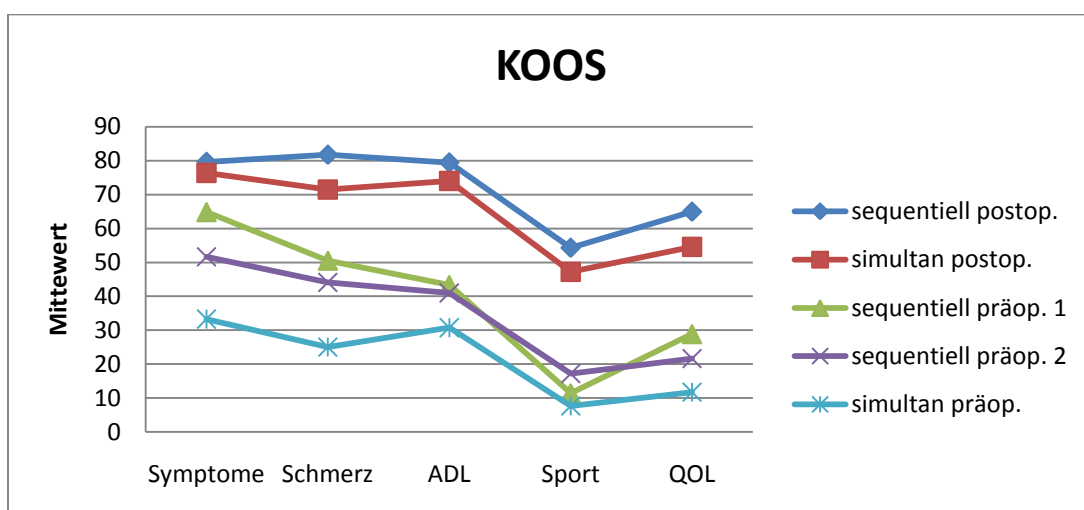


Abbildung 19: Subskalenwerte KOOS prä- und postoperativ nach Verfahren getrennt

Im Vergleich der präoperativen Werte zwischen den 2 Verfahrensweisen simultan und sequentiell, erwiesen sich allein die Kategorien Symptome und Schmerz als signifikant schlechter ($p < 0,05$) in der simultanen Patientengruppe. Die beiden Aufnahmesituationen der sequentiellen Patienten waren in keiner Kategorie signifikant unterschiedlich. Postoperativ bestand zwischen den simultanen und den sequentiellen Patienten kein signifikanter Unterschied in allen Kategorien.

Bei der Untersuchung der einzelnen Patienten in den beiden Verfahrensgruppen im Verlauf zeigte sich eine signifikante postoperative Verbesserung aller Scores im simultanen Patientengut. In der sequentiellen Gruppe zeigten sich bloß die Subskalen Schmerz ($p = 0,005$), Tätigkeiten des täglichen Lebens ($p = 0,018$) und Lebensqualität ($p = 0,003$) als signifikant verbessert. Für die Kategorien Symptome ($p = 0,148$) und Sport ($p = 0,094$) konnte keine Signifikanz erreicht werden.

4.4. Finanzielle Daten

4.4.1. DRG-Erlös des Krankenhausaufenthaltes

Aufgrund des DRG-Systems gestalteten sich die Erlöse für die einzelnen Patienten innerhalb der jeweiligen Untersuchungsgruppen recht ähnlich. In Einzelfällen führten Zusatzfaktoren zur Erhöhung der Pauschale. Zwischen den beiden Krankenhausaufenthalten der sequentiellen Gruppe zeigte sich daher kein signifikanter Unterschied ($p = 0,627$). Hingegen waren die Beträge im Vergleich des Gesamterlöses von simultanem und sequentiellem Verfahren (siehe Abb. 20) hochsignifikant verschieden ($p < 0,001$).

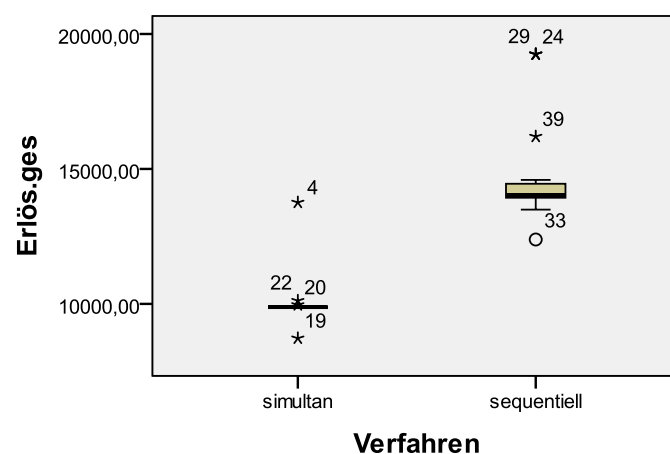


Abbildung 20: Gesamterlös für beidseitigen Kniegelenkserersatz nach Verfahren unterteilt

Für die simultan bilateral operierten Patienten ergab sich durch Verschlüsselung einer beidseitigen Endoprothesenimplantation (DRG I36Z) im Mittelwert ein Erlös von 10.022,66€

und für die 2 Aufenthalte im sequentiellen Verfahren (jeweils als DRG I43B oder I44B verschlüsselt) eine mittlere Summe von 14.761,49€. Zusätzlich abrechenbare Nebendiagnosen der Patienten waren verantwortlich für die Spannweite der einzelnen Entgelte. In der simultanen Gruppe wurde eine Patientin als Ausreißer aus der Mittelwertberechnung ausgeschlossen.

4.4.2. Erlös der Rehabilitation

Die Grundlage der Leistungsvergütung in den Rehabilitationskliniken bildete zum Großteil eine fachgebietsbezogene Fallpauschale, welche unabhängig von der genauen Erkrankung bzw. der Schwere dieser war. In Einzelfällen erfolgte die Zahlung von Tagespflegesätzen. Für 9 Patienten der simultanen und 8 Patienten der sequentiellen Gruppe konnten die genauen Erlösdaten erfragt werden. Aus diesen Zahlen ergab sich im Vergleich der Rehabilitation eines simultan operierten Patienten mit dem Einzelaufenthalt eines sequentiell Versorgten, dass die Medianwerte im Boxplot relativ nah beieinander liegen. Dennoch ergab sich in der Testung mit $p=0,007$ ein signifikant größerer Wert für die 9 Patienten in der einzeitigen Gruppe. Bei Betrachtung des Gesamterlöses für die Rehabilitation nach 2 Kniotalendoprothesen kehrt sich dieses Verhältnis aufgrund des oben genannten Vergütungssystems verständlicherweise zum hochsignifikanten ($p=0,001$) Überwiegen der sequentiellen Gruppe mit deutlich abweichender Lage der Medianwerte (siehe Abb. 21).

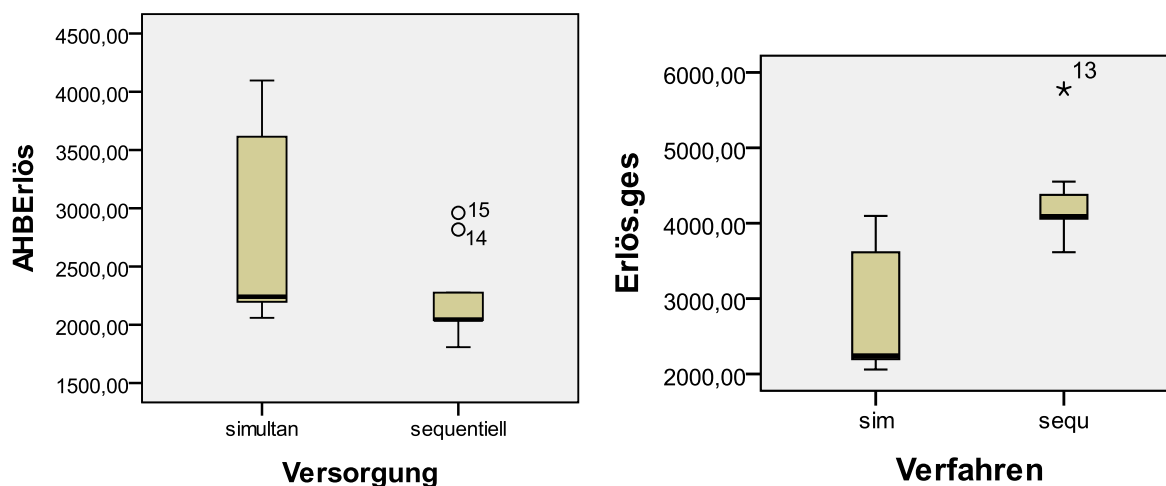


Abbildung 21: AHB-Erlös der Einzelaufenthalte (a) und nach Summierung in der sequentiellen Gruppe(b)

4.5. Umfrage bei deutschen Orthopäden und Unfallchirurgen

4.5.1. Rücklauf

Im Zeitraum von Mai 2011 bis Februar 2012 war ein Rücklauf von 81,8 % (36 der 44 angeschriebenen Kliniken) zu verzeichnen. Die folgenden Prozentangaben beziehen sich daher immer auf die 36 zurückgesandten Umfragebögen oder eine Teilmenge, welche im zugehörigen Abschnitt erläutert wird.

Während simultan beidseitig operierte Patienten, soweit an den Häusern diese Operation durchgeführt wurde, relativ einfach als solche zu identifizieren waren, forderte die Frage nach der Anzahl der sequentiell operierten Patienten pro Jahr aufwendigere Recherche. Die Genauigkeit der Auswertung der Daten war dabei stark von der Genauigkeit der Angabe der befragten Kliniken abhängig. Da die Wertangaben in den meisten Fällen zumindest auf den Zehner gerundet schienen, war davon auszugehen, dass es sich um Näherungswerte handelte. Aufgrund der Tatsache, dass die zu erwartende Datenmenge bezüglich einseitig beidseitig operierter Patienten an sich schon eher gering ausfallen würde, wurde den Befragten keine genaue Definition des simultanen Vorgehens, ob mit 1 oder 2 Teams in einer Operation, vorgegeben. Ein Zeitraum, wie er in dieser Arbeit für die Definition eines sequentiellen Verfahrens festgelegt war, wurde den angeschriebenen Chirurgen und Orthopäden ebenfalls nicht vorgegeben. Aufgrund eines möglichen unterschiedlichen Zeitrahmens bezüglich einer zweizeitigen Operation, schmälerte dies zwar in gewissem Maße die Vergleichbarkeit der Daten, jedoch reduzierte es den Aufwand für die Umfrageteilnehmer und erhöhte so die Wahrscheinlichkeit einer Rückantwort.

4.5.2. Datenauswertung

Mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS erfolgten die Berechnung der in Tabelle 16 aufgeführten Kenngrößen und die grafische Darstellung für die jeweiligen Fragen.

Größe	Minimum	Maximum	Median	25. Perzentile	75. Perzentile
KTEPs gesamt	50	800	200	127,5	337,5
Anzahl simultan	2	140	3	2	20
Anteil simultan	0,53%	17,5%	2,67%	0,67%	100%
Anzahl sequentiell	2	298	20	8,5	50
Anteil sequentiell	2,5%	100%	9,1%	4,5%	20%

Tabelle 16: Gesamtzahl und Anteile der Verfahren im Rahmen der deutschlandweiten Orthopädeumfrage

Bei den Umfrageergebnissen handelte es sich um eine vergleichsweise kleine Datenmenge, welche, wie in den unten aufgeführten Boxplots und Histogrammen sichtbar, eine hohe Streubreite mit teilweise vorhandenen Ausreißern beinhalten. Da es sich, wie oben erwähnt, sehr wahrscheinlich um gerundete Angaben handelte, hätte eine Mittelwertberechnung eine höhere Datengenauigkeit vorgetäuscht als in Wirklichkeit durch die Antwortbögen vorlag. Zusätzlich wies auch die in den Histogrammen sichtbare Verschiebung der Normalverteilungskurve darauf hin, dass der Median der jeweiligen Daten einen weniger verzerrten bzw. von Ausreißern beeinflussten Vergleichswert bildete.

Frage 1a und 1b - Führen Sie in Ihrer Klinik Knie totalendoprothesen durch? Wenn ja, wie viele im Jahr?

Die Frage 1a war zwar simpel, jedoch unverzichtbare Grundlage für die gesamte Umfrage, da die Durchführung von Knieendoprothesen gegeben sein musste, um etwas über die Anzahl und die Art des Verfahrens bei beidseits betroffenen Patienten aussagen zu können. Aufgrund der vorangegangenen Recherche war das Ergebnis, dass 100% (36 von 36) der Befragten mit JA antworteten, nicht überraschend.

Die Frage 1b umfasste alle in einem Jahr durchgeführten Knie totalendoprothesen einer Klinik (KTEPs gesamt). Aufgrund der unterschiedlichen Klinikgrößen und Spezialisierungen dieser lag eine hohe Streubreite der Angaben vor, welche sich auch im Boxplot (siehe Abb. 22) widerspiegelte. Damit ergab sich aus der Umfrage in 44 deutschen Universitäts- und BG-Kliniken pro Einrichtung ein medianer Jahreswert von 200 durchgeführten Gelenkersätzen am Kniegelenk.

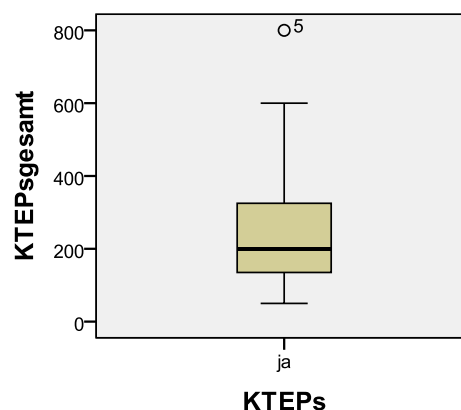


Abbildung 22: genannte Gesamtzahl an KTEPs pro Jahr

Frage 2 - Stellen sich Patienten bei Ihnen vor, welche beidseitige Beschwerden im Rahmen einer bilateralen Gonarthrose aufweisen?

Um überhaupt den simultan bilateralen Kniegelenkersatz als Option in Betracht zu ziehen, war eine beidseitige Indikation zur Totalendoprothese unverzichtbare Voraussetzung. Das Vorliegen einer bilateralen Gonarthrose wurde epidemiologisch in Deutschland nur in geringem Ausmaß in Studien untersucht. Die Ulmer Osteoarthrostudie von Günther et al. (2002) fand unter anderem heraus, dass 87,4% aller Gonarthrosepatienten (in der deutschen Bevölkerung) an einer bilateralen Gonarthrose litten. Bei 75% sei der beidseitige Befall schmerzhaft gewesen. Diese Patienten waren in Frage 2 von Interesse. 35 der 36 Kliniken (97,2%) gaben an von Patienten mit beidseitigen Beschwerden im Rahmen einer bilateralen Gonarthrose konsultiert zu werden. Nur 1 Klinik (2,8%) verneinte diese Frage.

Frage 3a und 3b - Werden diese Patienten, soweit es aus internistischer und anästhesiologischer Sicht zu vertreten ist, in einer Narkose beidseitig mit Knieendoprothesen versorgt? Wenn ja, wie viele im Jahr?

Frage 3a beinhaltete (neben Frage 4a) die Hauptthematik der Umfrage – das gewählte Operationsverfahren bei bilateraler Indikation zum Gelenkersatz. 7 der 36 Kliniken (19,4%) geben an, das einzeitig beidseitige Vorgehen zu praktizieren. Währenddessen stellte es für 80,6% (29 von 36) keine Option dar (siehe Abb. 23).

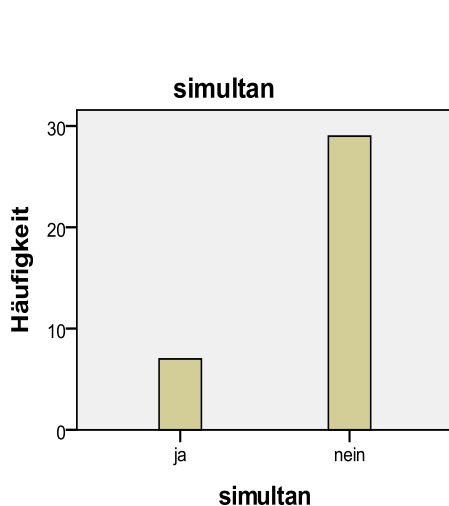


Abbildung 23: Anzahl der Kliniken mit Durchführung des simultan bilateralen Verfahrens

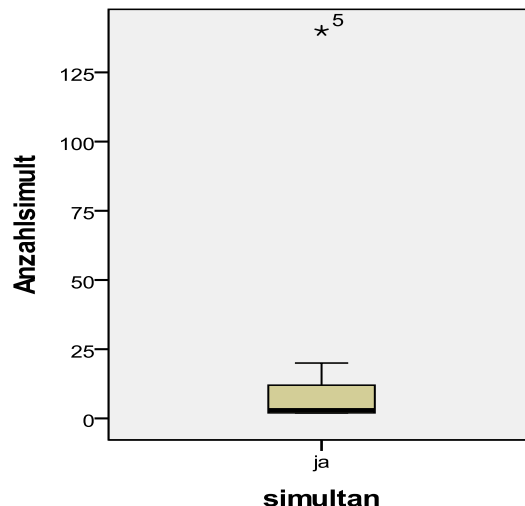


Abbildung 24: genannte Anzahl der simultan bilateralen Patienten pro Jahr

Abhängig von der Antwort auf Frage 3a ergaben sich für 3b nur 7 Angaben über die jährliche Operationsrate an simultan beidseitigen Operationen. Während sich 6 der Antworten bis zu einem Wert von 20 Patienten pro Jahr gruppierten, existierte mit einem Umfrageergebnis von 140 Patienten statistisch gesehen ein Ausreißer (siehe Abb. 24). Für den Median ergab sich ein Wert von 3 simultan bilateral operierten Patienten pro Jahr (Anzahl simultan).

Frage 4a und 4b - Behandeln Sie diese Patienten separat zu verschiedenen Zeitpunkten je an einer Seite? Wenn ja, wie viele im Jahr?

In Bezug auf die Option des zweizeitigen Vorgehens konnte bei 97,2% (35 der 36 Antwortenden) Zustimmung gefunden werden.

Aus der Gruppe, welche die beiden Gelenkersätze zu verschiedenen Zeiten durchführten, machten 29 verwertbare Angaben bezüglich der betreffenden Patientenzahl pro Jahr. Damit ergab sich für die sequentielle Gruppe zwar eine größere Datenmenge als bei den simultan operierten Patienten, aufgrund der hohen Streuung, welche sowohl an den Min- und Max-Angaben in Tabelle 16 als auch im folgenden Boxplot (Abb. 25) zu sehen war, galt es aber auch bei dieser Frage den Median als zu betrachtende Größe im internationalen Vergleich heranzuziehen. Für diesen berechnete sich pro Klinik eine jährliche Patientenrate von 20 sequentiell Versorgten (Anzahl sequentiell).

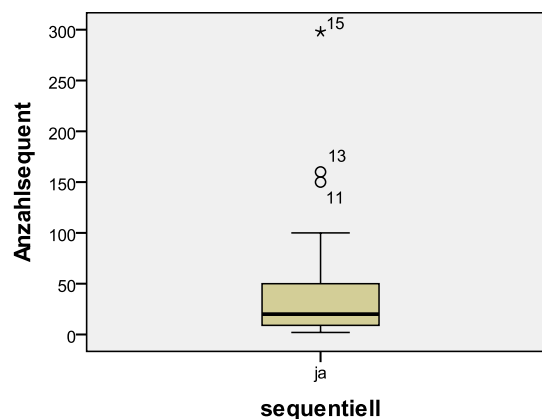


Abbildung 25: genannte Anzahl der sequentiell operierten Patienten pro Jahr

Berechnung der Anteile

Neben den absoluten Zahlen bezüglich der operierten Patienten, wie sie auf Grundlage der jeweiligen Verschlüsselungscodes in den jährlichen statistischen Ausarbeitungen der Länder zu finden waren, sollte aber auch ihr relativer Aspekt nicht außer Acht gelassen werden. Da in den Häusern eine unterschiedlich große Grundmenge an Knie totalendoprothesen pro Jahr

durchgeführt wurde, waren absolute Angaben schlechter zu vergleichen. In der Spannweite der Daten in den Kategorien Anzahl simultan und Anzahl sequentiell war dieses Problem gut sichtbar. Daher wurde der Anteil der beidseits mit Gelenkersätzen versorgten Patienten an der Gesamtheit der Totalendoprothesenoperationen am Knie pro Jahr in der jeweiligen Einrichtung berechnet.

Die Anteile der bilateral simultanen Patienten (7 Angaben, s.o.) erstreckten sich von 0,53% bis zu 17,5%. Aufgrund der zu Beginn der Datenauswertung aufgeführten Einschränkungen (kleine Datenmenge, große Streubreite, möglich Ausreißer) war der Median mit 2,67% am aussagekräftigsten und für den späteren internationalen Vergleich heranzuziehen.

Bei den sequentiell beidseitig operierten Patienten konnten 29 Anteile berechnet werden, welche einen Bereich von 2,5% bis 100% abdeckten. Dabei waren jedoch die Werte 99,33% und 100% sowohl in der Datentabelle als auch im Boxplot (Abb. 26) als Ausreißer zu betrachten. Daher war auch bei diesen Daten der Median mit 9,1% von größerem Interesse für den weiteren Datenvergleich.

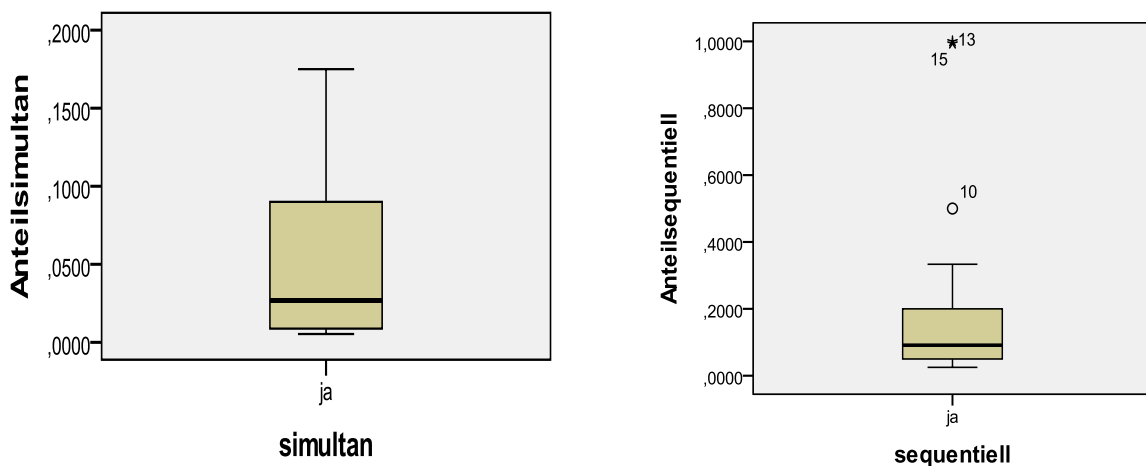


Abbildung 26: Anteile der in den verschiedenen Verfahren bilateral operierten Patienten (a) simultan, (b) sequentiell (Achsbeschriftung nicht in Prozent)

5. Diskussion

5.1. *Epidemiologie*

Das Kniegelenk stellt unter den von degenerativen Beschwerden betroffenen Gelenken aufgrund der hohen einwirkenden Kräfte (Morisson 1970, Taylor et al. 1998) die Lokalisation mit der größten Arthroseprävalenz dar (Engelhard 2003, nach einer Umfrage des Arthrose-Hilfe e.V. 2000).

Dass die Gonarthrose in den letzten Jahren die Hauptdiagnose für 1% der stationären Entlassungen war, erschien zunächst wenig. Damit gehörte die Gonarthrose logischerweise nicht zur Liste der 10 häufigsten Hauptdiagnosen bei vollstationären Patienten, welche vor allem von internistischen Erkrankungen geprägt war. Zog man allerdings in Betracht, dass das Krankheitsbild der Gonarthrose in nur zwei Fachgebieten (Orthopädie und Unfallchirurgie) Bedeutung als Hauptdiagnose erhielt, nur eines von vielen menschlichen Gelenken betraf und nur eine von mehreren möglichen Erkrankungen dieser Körperregion darstellte, so war ein Anteil von 1% bei der Fülle aller diagnostizierbaren und zu verschlüsselnden Krankheiten nicht zu unterschätzen.

Ein Problem in der zahlenmäßigen Erfassung von Diagnosen bestand allerdings in Art der Diagnoseführung. Sun, Stürmer et al. wiesen in ihrer Publikation von 1997 auf den Unterschied der Prävalenzen hin, welche auf radiologischer oder klinisch-symptomatischer Basis erfasst wurden. Da mittels Bildgebung auch anfängliche Stadien der Arthrose ohne Symptomatik diagnostiziert wurden, „lagen die Inzidenzraten der radiologische definierten OA erwartungsgemäß höher als die Inzidenzraten der klinisch definierten OA“. Pap und Meinecke (in Wirtz 2011) erweiterten in ihren Ausführungen über die Klassifikation der Gonarthrose zusätzlich zum Röntgen das diagnostische Spektrum noch mit dem makroskopischen Bild während der Arthroskopie und dem histologischen Knorpelbefund mit der Feststellung, dass zwischen allen erhobenen Befunden und der klinischen Beschwerdesymptomatik eine deutliche Diskrepanz bestand.

Auch Peat et al. 2001 beschrieben in ihren Untersuchungen, dass 50% der Menschen mit radiologischer Osteoarthrose des Kniegelenks, welche von Kellgren und Lawrence ab einem Stadium 2 als radiologisch diagnostiziert bezeichnet wurde, keine Schmerzen hatten, wohingegen ebenfalls 50% der von Knieschmerz geplagten Personen im entsprechenden Alter keine radiologischen Zeichen einer Arthrose aufwiesen. Somit war auch die Differenz zwischen den im Abschnitt „Epidemiologie“ aufgeführten Diagnosezahlen und den implantierten Endoprothesen pro Jahr zu erklären, welche sonst auf eine mögliche

Unterversorgung verdächtig erscheinen könnte. Auch wenn radiologische Zeichen der Arthrose ein nicht zu missachtendes Kriterium bei der Entscheidungsfindung waren, so stellten auch in unserer Untersuchung die Hauptindikation für die endoprothetische Versorgung die Klinik des Patienten und die ausgeschöpften konservativen Therapiemaßnahmen dar.

Wie auch beim Vergleich der Diagnosezahlen der Gonarthrose und den Implantationen von Endoprothesen, existierte bei den Entlassungen aus Rehabilitationseinrichtungen mit der Hauptdiagnose Gonarthrose eine Abstufung gegenüber der Anzahl der prothetisch versorgten Patienten. Als ursächlich für diesen Unterschied waren zum einen ambulante Rehabilitationen anzusehen, zum anderen aber auch der Fakt, dass keine Rehabilitation stattgefunden hatte oder unter einer andern Hauptdiagnose, so z.B. bei Implantation einer Endoprothese posttraumatisch. Die Patienten, welche eine bilaterale Endoprothesenversorgung und damit verbunden eine zweifach verschlüsselte Implantation aber nur eine einfache Rehabilitation erhalten haben, machten bezüglich der genannten Differenz in Deutschland wahrscheinlich nur einen geringen Anteil aus (vgl. Ergebnisse der Orthopädeumfrage).

5.2. Ätiologie und Pathogenese der Gonarthrose

5.2.1. Ätiologie

Um die Arthrose des Kniegelenks behandeln zu können, ist es wichtig zu wissen, welche Ursachen sie hat, wobei einige Mechanismen in der Krankheitsentstehung bis heute nicht geklärt sind. Die Vermeidung der zur Krankheit führenden Risikofaktoren stellt individuell für jeden Patienten einen Teil der Prävention, Kuration als auch der Rehabilitation dar und kann nur bei deren Kenntnis erfolgreich umgesetzt werden. Da die verschiedenen Einflussfaktoren bereits in unzähligen Publikationen untersucht worden sind, ergibt sich ein ebenso breites Feld an Meinungen über deren Auswirkungen auf die Arthrose. Die Ausführungen in der vorliegenden Dissertation sollen einen zusammenfassenden Überblick über die bekannten und diskutierten Ätiologien der Gonarthrose geben. Es ist nicht das Ziel dieser Arbeit Kausalitäten zwischen körperlichen Eigenschaften und der vorliegenden Gelenkerkrankung durch Patientendaten zu ergründen. Dafür ist das Patientengut in keinem Fall ausreichend.

Die idiopathische (degenerative) Gonarthrose

Die idiopathische oder primäre Gonarthrose tritt ohne Bezug zu einer Grunderkrankung oder einem stattgefundenen Trauma auf und stellt den Großteil aller Gonarthrosen dar. Es handelt sich dabei um die Folge des Missverhältnisses zwischen der Belastung durch auftretende Druckspannung und der Widerstandsfähigkeit des Gelenksknorpels (Hackenbroch 2002). Nicht selten tritt diese Form der Gonarthrose daher aufgrund der beim Patienten vorliegenden allgemein geringeren Belastbarkeit des Knorpels beidseitig auf. Zum Ungleichgewicht zwischen den Komponenten führt der Einfluss verschiedener Risikofaktoren.

- **Risikofaktor Alter**

Die im Abschnitt Epidemiologie dargestellten Diagnosedaten des statistischen Bundesamtes haben bereits gezeigt, dass die Gonarthrose vor allem im höheren Lebensalter vertreten ist (Gipfel 70-75 Jahre).

Bereits Felson (1990) stellte in seiner Framingham Osteoarthritis Study fest, dass mit zunehmendem Alter sowohl die Prävalenz der radiographischen Osteoarthrose insgesamt als auch der Anteil des schwergradigen Gelenkverschleißes gegenüber den Anfangsstadien zunimmt. Vor allem für Frauen bestand eine hohe Signifikanz dieser Beziehung. Auch die Ergebnisse von Spahn et al. (2011), welche die Gonarthroseprävalenz u.a. in Bezug auf Alter und Geschlecht untersuchten, bestätigten ein vermehrtes Auftreten mit zunehmendem Lebensalter.

Die physiologische Deformierung des Knorpels unter Belastung hat sowohl eine mechanische (gleichmäßige Druckverteilung auf die Gelenkfläche) als auch eine biologische Wirkung (fördert die Diffusionsvorgänge, welche für die Knorpelernährung essentiell sind) und ist somit eine nützliche und nötige Reaktion auf das Einwirken axialer Kräfte (Debrunner 1994). Während jeder Bewegung im Gelenk können Mikrotraumen entstehen, welche die Chondrozyten über Mediatoren zu Proliferation und Steigerung der metabolischen Aktivität anregen (Martinek 2003) und somit Regeneration und Strukturveränderung des hyalinen Knorpels fördern um ein Gleichgewicht zwischen Beanspruchung und Belastbarkeit wieder herzustellen und sich der Belastung anzupassen. Im intakten Gelenk mit kongruenten Oberflächen ist die geringe Proliferation von Knorpel aus der Matrix ausreichend, um den minimalen Abrieb auszugleichen (Debrunner 1994). Gesteuert wird dieses durch anabol (z.B. Insulin like growth factor 1 und 2) und katabol (z.B. Proteasen, TNF alpha oder IL-1) wirkende

Einflussfaktoren (Michael et al. 2010). Mit steigendem Alter kommt es zur allgemeinen Abnahme der Regenerationsfähigkeit der Körperzellen. Somit sinkt sowohl die Zahl, als auch die metabolische Aktivität und Reaktivität der Chondrozyten, welche allgemein bereits ein bradytrophes Gewebe bilden (Martinek 2003). Defekte in der Matrix des hyalinen Knorpels führen in einer Komplexität aus dem Versuch der Regeneration durch die Chondrozyten, Überforderung dieser bei größeren Defekten und metabolischen Einflüssen als Folge des Defektes zur Störung der Homöostase und damit zur Degeneration des Knorpels. Der genaue Mechanismus des arthrotischen Knorpel-Untergangs ist allerdings bis heute noch nicht geklärt (Martinek 2003).

- **Risikofaktor Geschlecht**

Als epidemiologischer Faktor wird das Geschlecht der Patienten seit jeher in fast allen Untersuchungen mit erfasst und bietet somit eine breite Basis an verschiedenen Ergebnissen bezüglich seiner Stellung im ätiologischen Zusammenhang mit der Gonarthrose. Gerade auch wegen der positiven Korrelation von weiblichen Geschlecht und erhöhter Gonarthroserate, welche unter anderem Spahn et al. (2011) in einer metaanalytischen Untersuchung mit Signifikanz belegten, stellt das Geschlecht des Patienten heutzutage einen nicht wegdenkbaren Einflussfaktor bei der Betrachtung der Gonarthroseinzidenz und -prävalenz dar.

- **Risikofaktor Übergewicht**

Günther et al. (2002), Schneider et al. (2005) und Grotle et al. (2008) zeigten in ihren Untersuchungen eine positive Korrelation zwischen zunehmendem Grad der Fettleibigkeit und dem vermehrten Auftreten von Gonarthrose. Höheres Gewicht ist mit einer größeren Krafteinwirkung auf das Kniegelenk verbunden und beeinflusst damit das Gleichgewicht zwischen Belastung und Belastungsfähigkeit des Gelenkknorpels mit Folge eines vermehrten Verschleißes. Nach der Arbeit von Morrison aus dem Jahr 1970 wirkt beim normalen Laufen im Durchschnitt das 3fache Körpergewicht auf das Kniegelenk ein. Somit verdreifacht sich auch die Auswirkung des Übergewichtes auf die Arthroseprogredienz.

Für die Wirkung eines erhöhten BMI als Risikofaktor der Gonarthrose spricht auch der verzögerte Krankheitseintritt bzw. die Symptomregredienz bei Gewichtsreduktion (Felson 1992). Auch Hackenbroch berichtete aus der klinischen Erfahrung, dass überhöhtes Körpergewicht rascher und häufiger zur Aktivierung einer latenten Arthrose führte

(Hackenbroch 2002). Dennoch bleibt die arthrosefördernde Wirkung der Fettleibigkeit in Diskussion, zum einen aufgrund der Koexistenz von weiteren Risikofaktoren in den Untersuchungen und zum anderen wegen des Kreislaufes zwischen Bewegungsarmut, Adipositas und Gonarthrose.

- **Risikofaktor Überlastung**

Unphysiologische Zwangshaltungen und direkte Druckkraft durch Arbeit im Knie begünstigen einen übermäßigen Verschleiß des Gelenkknorpels. Wie unter dem Punkt „Risikofaktor Alter“ erläutert, fördert Bewegung die metabolische Dynamik in der Anpassung an Belastung. Hält der Druck jedoch an, so stehen der Effektivität der Reparaturprozesse die Schwere und Chronizität der Gelenkschädigung entgegen, was entweder noch in der Kompensation aber auch in der Dekompensation des Geschehens münden kann (Pap, Meinecke in Wirtz 2011). Nach Coggon et al. (2000) wirken sich die Risikofaktoren in der Verbindung aus kniebelastender Arbeit und vermehrtem Körpergewicht sogar multiplikativ auf das Gonarthroserisiko aus.

Die Gonarthrose aufgrund längerer knieender Tätigkeit im Beruf (mind. 13.000 Stunden) ist eine anerkannte Berufskrankheit (BK 2112).

- **Risikofaktor Achsfehlstellung**

Das Vorliegen einer Varus- oder Valgusdeformität im Knie führt dazu, dass die Gelenkachse nicht mehr im richtigen Winkel zur Achse der statischen als auch der dynamischen Krafteinwirkung steht. Es kommt dadurch zur ungleichmäßigen Verteilung der Kräfte auf die Gelenkflächen, sodass es bei Varusstellung zu einer Mehrbelastung im medialen Kompartiment kommt und die Valgusdeformität eine Überbeanspruchung des lateralen Gelenkabschnittes nach sich zieht (Debrunner 1994). Die deformitätsbedingt verkleinerte in den Kontakt einbezogene Oberfläche, auf welche der Druck verteilt wird, bedingt die Vergrößerung der Krafteinwirkung pro Oberflächeneinheit über das physiologische Maß hinaus.

Sind die Belastungen, die aufgrund der Risikofaktoren auf den Gelenkknorpel des Kniegelenkes einwirken, nicht mehr durch diesen zu kompensieren, kommt es zum initialen Knorpelschaden, welcher wiederum u.a. in einen circulus viciosus mit Synovitis und weiterer

Degeneration durch chondroaggressive Substanzen mündet (s. Pathogenese der Gonarthrose).

Die sekundäre Gonarthrose

Bei der sekundären, auch als posttraumatisch bzw. postinfektiös bezeichneten, Gonarthrose ist die konkrete Ursache der Imbalance im dynamischen Prozess zwischen Regeneration und Destruktion und des damit verbundenen vermehrten Gelenkverschleißes bekannt.

Systemische Grunderkrankungen, lokale Störungen der Gelenkhomeostase als auch Traumen und daraus resultierende Achsfehlstellungen führen zur Imbalance im komplexen Gleichgewicht zwischen den Strukturen des Gelenkes. Oft potenziert sich der schädigende Effekt durch das zusätzliche Vorliegen von oben genannten Risikofaktoren.

- **Folge eines Traumas**

Sowohl Frakturen als auch Weichteilverletzungen im Knieinnenraum können zur Inkongruenz der Gelenkflächen und damit verbundener lokaler Mehrbelastung des Gelenkknorpels führen. Dabei muss es nicht direkt zur chondrogenen Beteiligung, wie z. B. bei intraartikulären Frakturen, kommen. Die Veränderung der Statik, Dynamik und Stabilität des Gelenkes als Folge der entstandenen Achsabweichung nach gelenkfernen Frakturen oder der Verletzung von Menisken und Bändern, die einen wichtigen Teil der stabilen Gelenkführung darstellen, ist mit einer über die Jahre bestehenden unphysiologischen Belastung des Kniegelenkes verbunden, welche im verstärkten Knorpelverschleiß gipfelt. 1994 waren 12% der Gonarthrosen posttraumatisch bedingt (Jerosch et al. 1997).

Aber auch rezidivierende Mikrotraumen des Gelenkknorpels ohne Kongruenzstörung, z. B. im Rahmen sportlicher Tätigkeiten, können in Verbindung mit den großen Druckbelastungen, welchen der hyaline Knorpel der großen Gelenke an der unteren Extremität ausgesetzt ist, zu Verschleißerscheinungen und Defekten im Knorpel führen (Martinek 2003), wenn der kumulative Schaden die Kompensationsfähigkeit der Knorpelmatrix überschreitet.

- **Folge einer Infektion**

Im Rahmen der entzündlichen Reaktion im Gelenk sezerniert die Synovialmembran proteolytische Enzyme, welche genau wie die einwandernden Entzündungszellen chondroaggressiv wirken und das kollagene Netzwerk sowie die Knorpelmatrix angreifen.

Im Kreislauf zwischen Synovialitis, dem damit verbundenen Reizerguss und dem entstehenden Knorpelschaden, welcher mit seinen Folgen wiederum die Gelenkhaut reizt, verstärkt sich die chondrogene Beeinträchtigung. Kommt es zum Zelluntergang im Knorpel, so werden die Defekte bis zu einer kompensierbaren Größe durch minder belastbares und weniger elastisches Material (z.B. Faserknorpel) ersetzt, wodurch die Integrität der Knorpelfläche nicht vollständig wiederhergestellt werden kann.

- **Folge einer Stoffwechselerkrankung**

Systemische Erkrankungen, welche eine Arthrose verursachen bzw. dessen Fortschreiten fördern, gibt es viele, weshalb hier nur einige beispielhaft für die verschiedenen Krankheitsgruppen genannt werden sollen. Bei der Arthrose auf Grundlage einer systemischen Erkrankung liegt eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für ein beidseitiges Krankheitsbild innerhalb eines begrenzten Zeitraums vor. Spector et al. beschrieben den Zusammenhang zwischen systemischem Risikofaktor und der Entstehung einer bilateralen Arthrose bereits 1994.

Bei der Rheumatoiden Arthritis beruht die Gelenkschädigung auf einer sterilen entzündlichen Reaktion, welche primär auf Auto-AK gegen die Synovialmembran beruht. Dabei schädigen die sezernierten Entzündungsmediatoren, eingewanderten Entzündungszellen als auch das aggressive Pannuswachstum den Knorpel direkt oder durch Störung der Nährstoffdiffusion (Wege der Gelenkdestruktion bei RA nach Mohr, e9). Nach einer Umfrage von Jerosch et al. (1997) war die Rheumatoide Arthritis im Jahr 1994 für 15% der bestehenden Gonarthrose verantwortlich.

Ebenfalls chronisch entzündliche Veränderungen finden sich bei der Gicht, wobei proinflammatorischen Zytokine aufgrund der Fremdkörperreaktion durch die Uratkristalle die entzündliche Kaskade hin zur Knorpeldestruktion triggern.

Auch bei Patienten, welche an Hämophilie leiden, ist das Risiko der Arthrose erhöht. Einerseits aufgrund der Eisenablagerung im Gelenk infolge rezidivierender Einblutungen, welches entzündungsfördernd und auch selbst chondroaggressiv wirkt, und andererseits aufgrund der mit hämophiler Arthropathie verbundenen Ruhigstellung und Bewegungseinschränkung (Quelle e10).

Andere Grunderkrankungen wirken nicht entzündlich sondern eher mechanisch, wie beispielsweise die Hyperlaxität und fehlende Gelenkstabilität bei Marfan-Syndrom.

Auch im Rahmen eines Diabetes mellitus, als Vertreter der metabolischen Systemerkrankungen, ist in seltenen Fällen über eine gestörte Tiefensensibilität aufgrund einer Neuropathie die Entwicklung einer Gonarthrose möglich. Jedoch ist der Diabetes mellitus selten eindeutig als direkte Gonarthroseursache über den beschriebenen Weg festzustellen, da oft weitere Risikofaktoren, wie Übergewicht und Alter, vergesellschaftet sind.

5.2.2. Pathogenese der Gonarthrose

Wie bereits erwähnt, erlebt die Entstehungstheorie der Gonarthrose einen Wandel vom rein degenerativen Geschehen hin zum gestörten Gleichgewicht aus destruktiven und reparativen Prozessen (Pap, Meinecke 2011). So heterotop sowohl Ursachen und Risikofaktoren als auch die primäre Schädigung des Kniegelenkes sind, führen sie letztendlich über die 3 unten beschriebenen Kreisläufe alle zur Arthrosebildung. Sowohl Pap und Meinecke in ihrem Kapitel „Pathogenese der Gonarthrose“ in Wirtz' AE-Manuel der Endoprothetik Knie (2011) als auch Hackenbroch in seinem Buch „Arthrose“ (2002) beschreiben nach initialen Schaden, welcher mechanisch oder biochemisch getriggert werden kann, die reaktive Kompensation durch Metabolismus- und Regenerationssteigerung der Chondrozyten bis zu einer gewissen Toleranzschwelle. Können die Reparaturprozesse der anhaltenden oder repetitiven Belastung nicht mehr Stand halten, entgleist das komplexe Gleichgewicht in einen bzw. mehrere circuli vitiosi (siehe Abb. 27), welche das Fortschreiten der initialen Arthrose fördern.

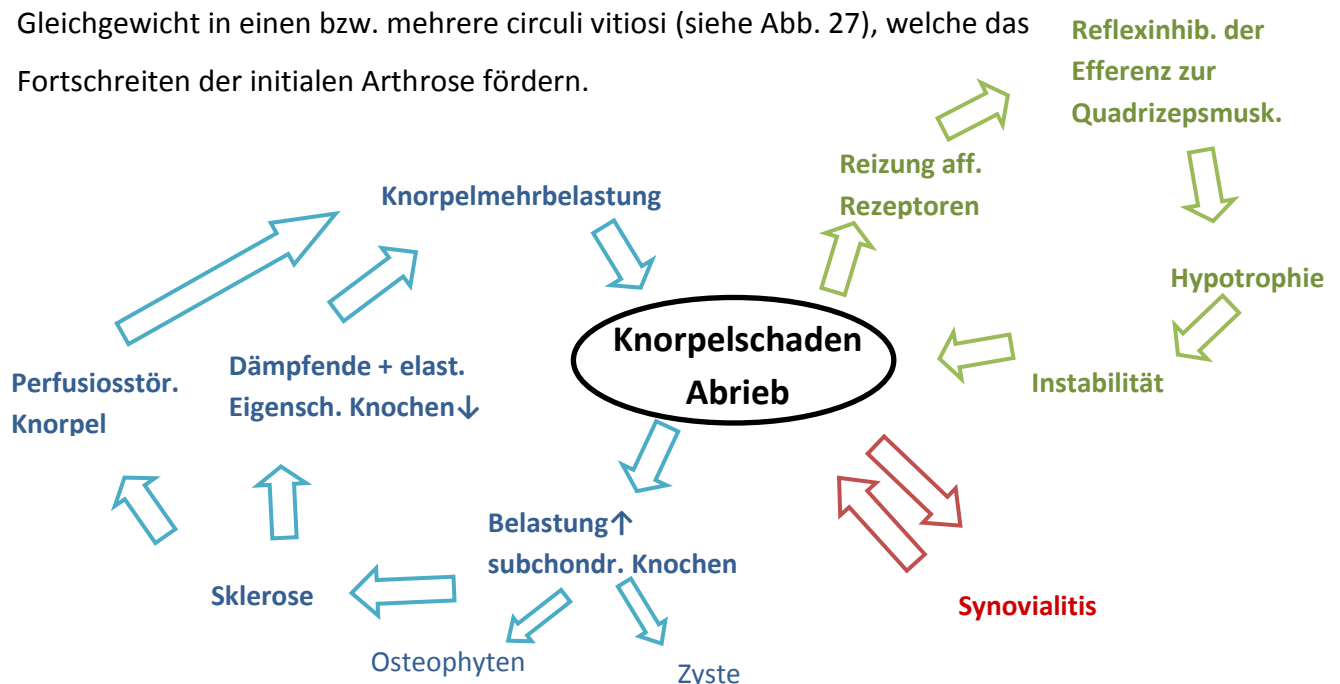


Abbildung 27: Die Circuli vitiosi der Entstehung und Progredienz der Gonarthrose nach Hackenbroch (2002) und Pap und Meinecke (2011)

ROT - Circulus vitiosus zwischen Knorpel und Synovialmembran:

Zunächst führt die synovialitische Begleitkomponente des Knorpelschadens in Form der Detritussynovialitis als Reaktion auf den Knorpelabrieb zur Ergussbildung verbunden mit Schmerzen, Schwellung und Bewegungseinschränkung. Die freigesetzten Proteasen fördern das Fortschreiten des arthrotischen Krankheitsbildes in der bereits instabilen Knorpelmatrix und unterhalten damit die synoviale Reaktion.

BLAU - Circulus vitiosus zwischen Knorpel und subchondralem Knochen:

Durch die Dekompensation der Knorpelbelastbarkeit gegenüber den anhaltend einwirkenden Kräften muss ein vergrößerter Anteil der Belastung vom subchondralen Knochen getragen werden. Dies führt reaktiv zum hyperostotischen Knochenumbau in diesem Bereich mit den Folgen einer subchondralen Sklerose und damit verbundener Minderperfusion des dortigen Knochens als auch der basalen Knorpelschichten. Die sklerotisch bedingt verminderten dämpfenden und elastischen Eigenschaften des subchondralen Knochens münden in der vermehrten Belastung des noch vorhandenen hyalinen Gelenkknorpels. So setzt sich der Kreislauf bis zur Knorpelglatze fort, infolge welcher die gesamte Kraftübertragung auf den sklerotischen Knochen erfolgt und so wiederum dessen Gleichgewicht zwischen Belastbarkeit und Belastung dekompensieren lässt.

GRÜN - Circulus vitiosus zwischen Synovialmembran und dem neuromuskulären System:

Neben hyalinem Knorpel und subchondralen Knochen stellt auch die Gelenkführung und Gelenkstabilisierung durch die Weichteile einen wichtigen Angriffspunkt beim Fortschreiten der Arthrose dar. Im Mittelpunkt steht dabei die zentrale Reaktion auf afferente Impulse aus dem Kniegelenk. Schmerzen, Fehlstellungen aber auch biochemische Substanzen, wie die von der Synovialmembran sezernierten Proteasen, reizen afferente Neurone. Um ein Fortschreiten der Schädigung zu vermindern wird die Efferenz zur Quadrizepsmuskulatur reaktiv gehemmt. Da diese Muskulatur aber eine wichtige Säule der Kniestabilität darstellt, mündet diese Kraftminderung in Verbindung mit der sowohl schmerzinduzierten als auch neuromuskulär bedingten Immobilisation in einer Hypotrophie der Quadrizepsmuskulatur und einer damit verbundenen Instabilität des Kniegelenkes, welche sowohl den Kreislauf als auch das Fortschreiten der Arthrose unterhält.

Diese 3 Prozesskreisläufe können von den unterschiedlichsten Risikofaktoren und Ursachen der Gonarthrose getriggert werden. Sie verlaufen nebeneinander und können einander gegenseitig beeinflussen und damit ihre arthrogene Wirkung mit dem Endergebnis der manifesten Gonarthrose potenzieren.

5.3. Patientendaten

5.3.1. Geschlechtsverteilung, Alter und BMI

Wie bereits oben im Abschnitt Ätiologie der Gonarthrose beschrieben, verkörpert das Geschlecht des Patienten einen anerkannten Risikofaktor in der Entwicklung einer Gonarthrose. Auch im vorliegenden Patientengut bestätigte sich diese Angabe, allerdings aufgrund der kleinen Gruppengröße nicht als signifikanter Unterschied. Ersozlu (2006), Kang (2009), Yoshimura (2009) und Spahn et al. (2011) untersuchten größere Grundgesamtheiten und erhielten für das Überwiegen des weiblichen Geschlechts in der Gesamtheit oder einzelnen Untergruppen ihres Patientenkollektivs signifikante Ergebnisse. Einzelne Untersuchungen beschrieben allerdings, dass gerade im jüngeren Alter, unter 50 oder 60 Jahren, Männer eine höhere Prävalenz der Gonarthrose aufwiesen (Schneider et al 2005).

In Bezug auf das Alter lagen die eingeschlossenen Patienten in beiden Gruppen (sim. 64 Jahre, sequ. 69 bzw. 70 Jahre) unter dem deutschen Gipfel für die stationäre Behandlung aufgrund einer Gonarthrose von 70-75 Jahren in der DRG-Statistik. Mögliche Ursachen dafür könnten der größere Leidensdruck und die geringeren Kompensationsmöglichkeiten der untersuchten bilateralen Gonarthrose im Vergleich zum einseitigen Geschehen darstellen. Bei der Beurteilung der Differenz zwischen den Behandlungsgruppen spielte auch eine mögliche Patientenselektion eine Rolle. Obwohl in unserer Studie keine Altersgrenze oder konkrete Komorbiditäten als Ausschlusskriterien definiert wurden, ergab sich aus dem Zusammenspiel dieser Patienteneigenschaften ein individuelles Operationsrisiko, welches es so niedrig wie möglich zu gestalten galt. Außerdem fand sich im untersuchten Kollektiv ein hoher Anteil an übergewichtigen Patienten (72% und 91% s. unten), wodurch sich das Alter zum Zeitpunkt der endoprothetischen Versorgung reduzierte, wie auch die Untersuchungsergebnisse von Spicer et al. (2001) und Vasarhelyi et al. (2012) bereits beschrieben.

Kim et al. (2009) schlussfolgerten aus ihrem Vergleich zu simultan bilateralen und unilateralen Totalknieendoprothesen, dass das Alter des Patienten mehr Einfluss auf die

Mortalität hatte als die durchgeführte Prozedur. Auch Patil et al. (2008) sprachen sich für die Verwendung des simultan bilateralen Verfahrens bei jüngeren Patienten aus. Gerechtfertigt wurde der Altersunterschied auch von Memtsoudis et al. (2013) mit der physiologischen Abnahme der Endorganfunktion im Alter, auch bei gesunden Individuen.

Der nicht signifikante Altersunterschied zwischen den Verfahrensgruppen könnte zwar mit den im Alter zunehmenden Komorbiditäten und dem damit verbundenen Anästhesie- und Operationsrisiko begründet werden, allerdings zeigte sich die Literatur hier gespalten. Zum einen stellt das simultan bilaterale Vorgehen unter einer Narkose einen größeren Eingriff mit stärkerer körperlicher Belastung aufgrund von mehr Narkosegas, längerer OP-Zeit, doppelter Blutsperrung und höherer möglicher embolischer Last zum singulären Operationszeitpunkt dar, zum anderen erbringt die doppelte Exposition gegenüber den einwirkenden Faktoren aus beiden Eingriffen der sequentiellen Operation möglicherweise eine kumulativ höhere Belastung für den Patienten.

Nach der Studie von Mangaleshkar et al. aus dem Jahr 2001 stellte der gestaffelte Ersatz beider Kniegelenke für Patienten über 75 Jahren das Verfahren der Wahl dar, da die Autoren in dieser Altersgruppe 4 Todesfälle nach dem simultan bilateralen Verfahren zu verzeichnen hatten. In der jüngeren Altersgruppe als auch unter allen Patienten der sequentiellen und unilateralen Gruppe hatte keine Mortalität bestanden. Auch Ritter et al. (2003) fanden eine erhöhte Mortalität im älteren Patientengut.

Während Memtsoudis et al. (2013) in ihrer Trend-Analyse der Daten des National Inpatient Sample aus den USA (NIS) über den Zeitraum 1999 bis 2008 eine Zunahme der jährlichen Rate an simultan bilateralen Gelenkersatz beschrieben, zeigte sich in der Arbeit von Bolognesi et al. (2013) mit ähnlichem Zeitintervall (2000-2009) bei der Datenauswertung von Patienten über 65 Jahren eine Zunahme des sequentiellen Verfahrens um das knapp 3fache bei stagnierender Rate an simultan bilateralen Operationen. Die Autoren interpretierten diese Zurückhaltung als mögliche Reaktion auf die Publikationen mit potentiell erhöhtem Risiko für dieses Verfahren (Leonard 2003, Parvizi 2001, Oakes 2004). All diesen Meinungen gegenüber ermittelten sowohl Adili et al. (2001) als auch Severson et al. (2009) gute Operationsergebnisse nach simultan bilateralem Gelenkersatz in Patienten älter als 70 oder 75 Jahre. Mit Hilfe gezielter Selektion bezüglich systemischer Vorerkrankungen konnten die Autoren die einzeitige Operation als sicheres Verfahren ohne signifikante Komorbiditätsunterschiede und mit besseren Outcome-Scores im Vergleich zum unilateralen Gelenkersatz in dieser Altersgruppe präsentieren.

In der vorliegenden Untersuchung wurde keine Altersgrenze für die jeweiligen Verfahrensgruppen festgelegt (älteste Patienten 80 und 86 Jahre), sondern die Entscheidung vom persönlichen Kompensationspotential der jeweiligen Patienten abhängig gemacht.

Ein in vielerlei Hinsicht auf die Gonarthrose und ihre Therapie einwirkender Faktor ist das Gewicht bzw. der Body-Mass-Index der Patienten. In beiden untersuchten Gruppen zeigte sich ein erhöhter BMI, wobei sich anhand der Werte (sim. 28,95kg/m², sequ. 30,4kg/m²) ein Übergewicht an der Grenze zur Adipositas definieren ließ. Insgesamt waren 72,73% der simultanen und 91,3% der sequentiellen Patienten übergewichtig (BMI>25kg/m²). Dieser Prozentsatz war vergleichbar mit dem Ergebnis von Nicole de Guia (2006) mit 87% aller TKA-Patienten im Canadian Joint Replacement Registry. Der Anteil, welcher mit einem BMI >30kg/m² laut WHO-Definition (e8) als Adipositas kategorisiert wurde, betrug in der vorliegenden Untersuchung 40,9% in der simultanen und 52,18% in der sequentiellen Gruppe und lag somit ebenfalls im Rahmen der in der Literatur genannten Zahlen (de Guia(2006) 54%, Namba (2005) 52%).

Als systemischer Faktor wirkt sich das Übergewicht zum einen mit seiner Assoziation zu anderen Erkrankungen, wie Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie und arterieller Hypertonie (Mokdad 2003), auf die präoperative Gesamtgesundheit des Patienten und damit auf sein Narkose- und Operationsrisiko aus, zum anderen auch mechanisch auf die lasttragenden Gelenke der unteren Extremität. Da das Übergewicht beidseits gleich auf die Kniegelenke einwirkt, ist vor allem das Risiko einer beidseitigen Arthrose erhöht. Stürmer et al (2000) fanden eine signifikante Bedeutung von Übergewicht und Adipositas in der Entwicklung der bilateralen Osteoarthrose am Kniegelenk im Gegensatz zur verminderten Odds Ratio für die Hüftgelenksarthrose. Im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten (BMI<25kg/m²) berechneten sie ein knapp 6fach bis 8fach erhöhtes Gonarthroserisiko mit steigendem Body-Mass-Index. Sie hielten dabei das Übergewicht eher für ein mechanisches Problem als für einen Risikofaktor mit systemischer Wirkung.

Eine Gewichtsreduktion stellt über die Korrelation Übergewicht – Überbelastung - Gonarthroseprogredienz präoperativ zwar eine Option zur Linderung der Beschwerden dar (Felson 1992), ist allerdings aufgrund der bereits bestehenden Beschwerden oft nicht ausreichend zu verwirklichen. Dass das Übergewicht der Patienten jedoch auch das direkte postoperative Outcome sowie das langfristige Ergebnis beeinflusst, wurde in mehreren Studien belegt (Namba et al. 2005, Grotle et al 2008, Malinzak et al. 2009).

Der Grad der Fettleibigkeit spielt beim Einfluss der Adipositas auf das Outcome ebenfalls eine wichtige Rolle. Namba et al. (2005) berechneten aus ihren Untersuchungen für Patienten mit einer Adipositas Grad 2 und höher gegenüber Grad 1 ein erhöhtes Infektionsrisiko mit einer Odds Ratio von 6,7. Zu den möglichen Gründen dafür zählten sie die schwierigere chirurg. Darstellung, die längere OP-Zeit, die schlechtere Vaskularisation von Fettgewebe, sowie ein geschwächtes Immunsystem bei bestehender Komorbidität von Diabetes mellitus. Benjamin et al. (2001) fanden hingegen zwischen übergewichtigen bzw. adipösen und normalgewichtigen Patienten im Rahmen eines einseitigen Kniegelenkersatzes in den lokalen Wundkomplikationen keine Unterschiede, dafür aber eine signifikant höhere Rate an systemischen Komplikationen in Verbindung mit Adipositas. Im Vergleich zwischen simultan bilateralem und unilateralem Vorgehen bei übergewichtigen Patienten stellten sie jedoch keinen Unterschied fest und waren daher der Meinung, dass Übergewicht nicht mit erhöhtem Komplikationsrisiko bei bilateralem Kniegelenkersatz verbunden sei. Foran et al. (2004) fanden heraus, dass übergewichtige Patienten im Langzeit-Follow up geringe Score-Werte und höhere Lockerungs- bzw. Revisionsraten aufwiesen. Spicer et al. (2001) widersprachen dieser Aussage und fanden keinen Unterschied in der Revisionsrate nach 10 Jahren. Auch wenn die systemischen Folgen der Adipositas die Raten bestimmter Komplikationen, wie z. B. der Wundinfektionen (Namba 2005) oder der Thrombembolie (Mantilla et al. 2003), erhöhten und das Outcome bei übergewichtigen Patienten womöglich geringer ist als für normalgewichtige (Foran et al 2004), so darf die Fettleibigkeit kein Ausschlussfaktor für den endoprothetischen Kniegelenkersatz darstellen. Adipöse Patienten tragen großen Benefit von der Operation (Vasarhelyi et al 2012). Nach der Studie von Bergschmidt et al. (2008) erreichten Patienten mit höherem BMI (>30 und >35 kg/m²) vergleichbare Werte im HSS-Score (Hospital of Special Surgery Score) wie dünnere Patienten. Stubbs et al. (2005) stellten in ihrer retrospektiven Analyse zwischen simultan, gestaffelt und unilateral operierten Patienten fest, dass die Operateure zwar dünnere Patienten für das einseitig bilaterale Vorgehen bevorzugten, fanden allerdings sogar bei stark adipösen Patienten kein erhöhtes Komplikationsrisiko und nannten als Auswahlkriterium in diesem Patientenkollektiv die Oberkörperstärke. Somit sollte nur, wer postoperativ adäquat an der Mobilisation teilnehmen konnte, indem er z.B. in der Lage war, sein eigenes Gewicht an Unterarmgestützen zu stabilisieren, für ein simultan bilaterales Verfahren in Betracht gezogen werden.

5.3.2. Komorbiditäten und Risikoklassifikation

5.3.2.1. Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Das präoperative Vorliegen kardiovaskulärer Erkrankungen zeigte bereits in den Untersuchungen von Adili et al. (2001) eine Korrelation zu kardiovaskulären Komplikationen. Sie empfahlen daher das zweizeitige Vorgehen für ältere, kreislaufvorbelastete Patienten. Im vorliegenden Patientengut kam es bei nur einer Patientin, bei welcher keine kardiovaskulären Vorerkrankungen bekannt waren zu einer kardialen Komplikation - während der Narkoseausleitung trat ein Sinusarrest mit Reanimationspflichtigkeit ein. Ansonsten verzeichnete das Patientengut in beiden Gruppen, welche sich in Bezug auf die vorbestehenden kardiovaskulären Erkrankungen nicht signifikant unterschieden, keine Komplikation des Herz-Kreislauf-Systems. Eine mögliche Ursache für eine höhere kardiale Belastung intraoperativ stellt das streng simultane Operationsverfahren dar, welches auch von einigen Autoren genutzt wurde (Shah et al. 2007, Taylor et al. 2010). Dabei erfolgt die Inflation und Deflation der Blutsperren an beiden Beinen zum selben Zeitpunkt oder nur minimal versetzt, verbunden mit einer enormen Erhöhung und später einen starken Abfall der kardialen Nachlast. Neben der kardialen Afterloadproblematik ist das gleichzeitige Öffnen beider Blutsperren auch mit einer höheren Menge an Prokoagulantien und Zytokinen, welche aus den hypoxischen Extremitäten in den systemischen Kreislauf gelangen, und einer erhöhten Azidoseneigung verbunden (Urban et al. 2006).

5.3.2.2. Adipositas und Diabetes mellitus

Auf die Komorbidität Adipositas wurde bereits bei der Diskussion des Einflusses des Body-Mass-Indexes auf die Prävalenz und Progredienz der Gonarthrose eingegangen. In vielen Fällen ist die Fettleibigkeit mit dem Bestehen eines Diabetes mellitus assoziiert, wobei eine Kausalitätsfolge meist nicht eindeutig zu klären ist. Mokdad et al. (2003) fanden in ihrer Untersuchung zu den Prävalenzen von Übergewicht, Diabetes und damit verbundenen Erkrankungen eine signifikante Assoziation von Diabetes mit Übergewicht und Adipositas im Gegensatz zu Normalgewichtigen. Dabei ergaben sich für beide Erkrankungen negative Einflüsse auf das postoperative Ergebnis, vor allem in Bezug auf Wundinfektionen und damit verbunden Wundheilungsstörungen. Bei den in der vorliegenden Untersuchung eingeschlossenen Patienten kam es in Verbindung mit einem bestehenden Wundhämatom zu einer Wundheilungsstörung bei einem Patienten mit Diabetes mellitus, welche zur Wundrevision führte.

Bolognesi et al. (2008) berichteten in ihrer Auswertung von 458 986 primären totalendoprothetischen Kniegelenksergänzen (NIS-Daten) sogar über signifikant vermehrtes Auftreten von Myokardinfarkt, Harnwegsinfekt, Pneumonie, zerebrovaskulären Ereignissen und Ileus bei Patienten mit Diabetes mellitus. Marchant et al. (2009) konkretisierten in der Untersuchung des Diabetes-Einflusses auf die Komplikationsrate den einwirkenden Faktor in kontrollierten und unkontrollierten Diabetes anhand der ICD-Verschlüsselung. Sie fanden dabei heraus, dass die Zunahme der Komplikationen bei Diabetikern noch ausgeprägter war, wenn es sich um einen unkontrollierten Diabetes mellitus handelt. Die Untersuchung von Diabetes-bedingten Komplikationen war allerdings kein Ziel der hiesigen Arbeit und anhand des geringen Patientengutes auch nicht statistisch wirksam möglich.

5.3.2.3. *Trauma*

Im Gegensatz zum Gelenkverschleiß, welcher sich über Jahre der Fehl- oder Überbelastung entwickelt, können auch große kurzzeitige Krafteinwirkungen zur Störung des Gleichgewichts und der Funktion des Gelenkes führen. Dabei kann es einerseits zu Brüchen kommen, welche die Kongruenz der Gelenkflächen zerstören und somit arthrosefördernd wirken. Beispielsweise stellen Frakturen des distalen Femurs 4-5% der Frakturen in der geriatrischen Population dar (Mounasamy et al. 2007). Andererseits können aber auch Distorsionstraumen die für die Gelenkführung und Stabilität wichtigen Weichteile, wie Bänder, schädigen und so eine Fehlbelastung der Gelenkanteile und die damit verbundenen Verschleißerscheinungen hervorrufen und ins Gelenkgleichgewicht eingreifende Voroperationen bedingen.

Im von uns untersuchten Patientengut befand sich in der sequentiellen Gruppe ein Patient, bei welchem es sich um die posttraumatische Entwicklung einer Gonarthrose bei Zustand nach komplexen Knieschaden mit mehrfacher Bänderrekonstruktion handelte. In der simultanen Gruppe wurde eine Patientin eingeschlossen, die sich im Rahmen eines Polytraumas beidseits eine distale Femurtrümmerfraktur mit Gelenkbeteiligung zugezogen hatte und nach initialem Wunddebridement eine primäre endoprothetische Versorgung der Fraktur erhielt. Die sekundäre endoprothetische Versorgung posttraumatischer Arthrosen stellt aufgrund von veränderter Anatomie des Knochens und der Weichteile, möglichen Kontrakturen und Osteosyntheseresten (Rosen et Strauss 2004) hohe Ansprüche an den Operateur. Hinzu kommt die im höheren Alter nicht selten assoziierte Osteoporose, welche die Stabilität einer Osteosynthese herab setzen würde (Vermeire et Scheerlinck 2010), oder

eine bereits bestehende Gonarthrose, welche durch Schmerz und Gelenksteife das funktionelle Ergebnis trotz effektiver Frakturversorgung begrenzt (Rosen, Strauss 2004). Gerich et al. (2001) erreichten in ihrer Kohortenanalyse über den sekundären totalen Kniegelenkersatz mit einem medianen Abstand von 17,5 Monaten zum Unfallgeschehen im mittelfristigen Follow up aufgrund anhaltender Schmerzen und erhöhter Komplikationsrate in der posttraumatischen Gruppe kein mit der degenerativen Gonarthrose vergleichbares Ergebnis. Sie betonten dabei die vollständige Korrektur von Achsabweichungen und Weichteilbalancing als Voraussetzung für ein gutes Ergebnis. Hepp et al. (2012) fanden in ihrer Untersuchung von 43 posttraumatischen Arthrosen mit Voroperationen am Kniegelenk zwar eine deutliche Verbesserung der Schmerzsituation durch den endoprothetischen Ersatz, allerdings erreichten die Patienten signifikant schlechtere Werte im Oxford Knee Score und Knee Society Score im Vergleich zu degenerativ arthrotisch bedingten Gelenkersätzen.

Um einer neuerlichen Belastung durch den erst sekundär endoprothetischen Ersatz und nicht zufrieden stellenden Ergebnissen der Osteosynthese entgegen zu wirken, verwendeten einige Autoren den Kniegelenkersatz als primäre Therapieoption bei kniegelenksnahen Frakturen und gleichzeitig vorliegender Osteoporose oder Gonarthrose im älteren Patientengut und erzielten dabei erfolgsversprechende Ergebnisse (Nau et al. 2001, Kilian 2003, Rosen et Strauss 2004, Nourissat et al. 2006, Mounasamy et al. 2007), die allerdings von den funktionellen Möglichkeiten der fortgeschrittenen Altersgruppe begrenzt sein können (Malviya et al. 2011). Gerade beim älteren Patienten ist eine schnelle Mobilisierung bis hin zum präoperativen Aktivitätslevel das Ziel der operativen Versorgung, um die mit der Immobilisation und bestehenden Komorbiditäten verbundenen Komplikationen und Mortalität zu vermeiden (Nau et al. 2001, Rosen et Strauss 2004). Gegenüber dem Oberflächenersatz aufgrund einer degenerativen Gonarthrose, bei welcher der Knorpelschaden überwiegt und meist noch eine stabile Bandführung existiert, herrscht für den posttraumatischen Kniegelenkersatz weitgehende Einigkeit über die Verwendung gekoppelter Prothesen bzw. Scharnierprothesen (Kilian 2003, Appleton et al. 2006).

5.3.2.4. Erkrankungen des Bewegungsapparates

Die operative Versorgung der Arthrose stellt bei ausgeschöpftem konservativen Therapieregime meist die letzte Option zur Schmerzlinderung und dem Erhalt oder der Verbesserung der Gelenkfunktion dar. Während ein Großteil der Schmerzlinderung meist

bereits durch den Gelenkersatz verzeichnet werden kann, ist ein gutes Bewegungsausmaß nur mit konsequenter postoperativer Beübung, Mobilisation des Patienten und Nutzung des neuen Gelenkes zu erzielen. Erkrankungen wie die rheumatoide Arthritis können dieser Aufgabe im Wege stehen, z.B. durch Probleme bei der Nutzung von Unterarmgehstützen aufgrund von Handgelenksarthrose und Handdeformitäten oder Beschwerden aufgrund des Mehrgelenkbefalls. Stanley et al. (1990) verglichen in einer kleinen Studie von 50 Patienten das simultane und gestaffelte Vorgehen bei Patienten mit rheumatoider Arthritis. Sie konnten dabei in beiden Gruppen eine funktionelle Verbesserung verzeichnen, welche am Ende keinen signifikanten Unterschied zwischen den Verfahren aufwies. Allerdings erreichten die simultan operierten Patienten die postoperativen Funktionsziele eher als die sequentiellen. Ihrer Meinung nach brachte bei beidseitigem Befall ein einseitiger Kniegelenkersatz nur wenig für den Patienten. Des Weiteren war das sequentielle Vorgehen mit einer längeren Zeit unter Narkose und einem signifikant längerem Krankenhausaufenthalt verbunden. Radmer et al. (2006) verwiesen in ihrer Darstellung auch auf die möglichen Komplikationen, wie Wundheilungsstörungen und Protheseninfekte, aufgrund der systemischen Wirkungen der rheumatoiden Arthritis und ihrer Therapie (Immunsuppression). Aber auch sie fanden ein Überwiegen der Vorteile eines einzeitigen bilateralen Vorgehens, wie gleichzeitige Behandlung einer beidseitigen Beugekontraktur, schnellere Rehabilitation, bei insgesamt nicht erhöhter Komplikationsrate und empfahlen dieses Verfahren.

Dies zeigte, dass gerade bei beidseitig vorliegenden Einschränkungen eine einzeitig beidseitige endoprothetische Versorgung nötig war, um ein optimales Ergebnis unter möglichst geringer Belastung des Patienten zu erzielen, wie es auch Leitch et al. 2005 beschrieben.

Der bereits erfolgte endoprothetische Ersatz anderer Gelenke kann sich je nach entsprechendem Outcome bei den Patienten positiv (schmerzfreie Mobilität), aber auch negativ (andauernde Schmerzen, Notwendigkeit einer Gehhilfe, möglicher Streuherd für Infektionen), auf das Ergebnis der Knieendoprothetik auswirken. So erhöht z. B. das gleichzeitige Vorliegen einer Hüftendoprothese und einer gestielten Knieendoprothese das Risiko periprothetischer Frakturen im Femurschaft (Appleton et al. 2006). Bei einer Patientin unserer sequentiellen Gruppe lag eine solche Kombination vor und zeigte bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt keine Komplikationen.

5.3.2.5. *Schwere internistische Erkrankungen*

Internistischen Erkrankungen kommt eine große Bedeutung zum einem im Zusammenhang auf das Narkoserisiko des Patienten, zum anderen aber auch im Rahmen der postoperativen Rehabilitation des Patienten zu. Blutdruckschwankungen durch Narkose und Nutzung der pneumatischen Blutsperre sind dabei ebenso zu beachten wie der intra- und postoperative Blutverlust, welchem vor allem bei Störungen der Blutgerinnung prophylaktisch als auch therapeutisch effektiv entgegengewirkt werden muss (Singhal et al. 2012)

Die Rehabilitation nach einem Kniegelenkersatz beginnt zwar mit passiver Beübung im Bett, welche allerdings schnell von der aktiven Mobilisation im Stehen und Gehen abgelöst wird. Eine gewisse Leistungsfähigkeit des Patienten ist dafür Voraussetzung und kann durch konsumierende Erkrankungen oder eine Herz- bzw. respirat. Insuffizienz eingeschränkt sein.

5.3.2.6. *ASA-Klassifikation*

Die Einstufung der Patienten nach der Klassifikation der American Society of Anesthesiologists (ASA) (Theilmeier et Coldewey 2009) ist in der klinischen Praxis ein weit verbreitetes Verfahren zur Risikogruppenzuordnung. Dabei werden die Grade 1 (gesunder Patient) und 2 (leichte syst. Erkrankung) als Niedrig-Risiko-Gruppe und Patienten mit Grad 3 (schwere syst. Erkrankung) und 4 (lebensbedrohliche syst. Erkrankung) als Hoch-Risiko-Gruppe bezeichnet, womit auch eine Assoziation mit dem vermehrten Auftreten von Komplikationen oder die Gefahr von schwerwiegenderen Komplikationen angenommen wird. Yoon et al. folgten dieser Risiko-Unterteilung in ihrer Arbeit von 2010 und erhielten in der Gruppe der Hoch-Risiko-Patienten signifikant höhere Komplikationsraten für das simultan bilaterale Vorgehen im Vergleich zur sequentiellen Operation. In der Niedrig-Risiko-Gruppe bestand ein solcher Unterschied nicht. Ein Vergleich dieser Aussage mit dem eigenen Ergebnis war aufgrund der geringen Patientenzahl nur eingeschränkt möglich. Es fanden sich eine höhere absolute Zahl an den genannten Komplikationen bei den simultan Operierten sowohl in der Hochrisikogruppe (8 simultan (50%) vs. 0 sequentiell (0%)) als auch in der Niedrig-Risiko-Gruppe (8 simultan (50%) vs. 6 sequentiell (100%)). Bei den sequentiell versorgten Patienten ereigneten sich alle Komplikationen unter einer Einstufung als Niedrig-Risiko-Patient. Ein weiterer Grund für die eingeschränkte Vergleichbarkeit dieser Ergebnisse mit der Literatur, war die teilweise unterschiedliche Einstufung der sequentiellen Patienten zu den beiden Operationszeitpunkten durch unterschiedliche Anästhesisten.

Insgesamt fiel beim Vergleich der eigenen erhobenen Patientendaten mit der Literatur auf, dass in einigen Studie Patienten mit bestimmten Komorbiditäten, fortgeschrittenem Alter oder höherer ASA-Einstufung von den Untersuchungen ausgeschlossen wurden (Bergschmidt et al. 2008, Shetty et al. 2010, Trojani et al. 2012, Moaniar et al. 2013, Jain 2013). In anderen Fällen ergab sich durch die Patientenselektion von mehrfach kranken Patienten aus der simultan bilateralen Gruppe heraus ein Überwiegen der „Gesünderen“ (Poultides et al. 2013) im simultan bilateralen Patientengut, während Patienten mit Komorbiditäten dem sequentiellen oder unilateralen Verfahren zugeführt wurden (Bolognesi et al. 2013).

Unsere Ergebnisse zeigten keinen signifikanten Unterschied in der Verteilung der Nebenerkrankungen oder ASA-Einstufung, da wir trotz sorgfältiger Abschätzung des individuellen Operationsrisikos wie z. B. auch Ritter et Harty (2004) Komorbiditäten nicht als Ausschlusskriterium verwendeten.

5.3.3 Klinikaufenthalte und Operationsabstände

Je nach bestehendem Gesundheitssystem und dem klinischen Standard an den betreffenden Kliniken der Autoren, gestaltet sich die Dauer der Krankenhausaufenthalte sowohl für unilaterale als auch bilaterale Knieendoprothetik in der Literatur recht unterschiedlich. Während Patienten mit beidseitigem Gelenkersatz in Deutschland meist 2 Wochen im Akutkrankenhaus verbrachten, reduzierte sich die Dauer bereits bei Betrachtung anderer europäischer Staaten. Im amerikanischen Sprachraum war eine weitere drastische Verkürzung auf teilweise unter eine Woche ersichtlich (siehe Tabelle 17).

Eine derartige Reduktion der postoperativen Beobachtung resultiert aufgrund der geringeren zur Kenntnisnahme logischerweise in einer verringerten Komplikationsrate. Eine Limitation, welche auch Memtsoudis et al. in ihrer Studie von 2013 nannten und die bei der Vergleichbarkeit verschiedener Studie zu beachten war.

Das Ergebnis der selbst ermittelten Daten fügte sich dabei sowohl mit der Länge des Aufenthaltes als auch mit seinem signifikanten Unterschied zwischen simultanen und sequentiellen Vorgehen unter Beachtung der oben genannten Abweichung gut in die Verhältnisse der aktuellen Literatur ein.

Studie	KH-Aufenthalt simultan bilat.	KH-Aufenthalt unilateral
vorliegende Dissertation (D)	15 Tage	11 Tage
Bergschmidt (D) 2008	----	10 Tage
Wohlrab (D) 2011	14 Tage	13 Tage
Fick (UK) 2002	9,7 Tage	8 Tage
Leonard (UK) 2003	16 Tage	13 Tage
Shah (UK) 2007	10,23 Tage	8 Tage
Trojani (Frankr.) 2012	10 Tage	----
Hervey (USA) 2003	----	5 Tage
Pavone (USA) 2004	7 Tage	----
Yoon (Korea) 2010	7,5 Tage	5,85 Tage
Memtsoudis (USA) 2013	4 Tage	----

Tabelle 17: Länge der stationären Aufenthalte in der Literatur (Studien aus Deutschland, dem europ. und nichteurop. Ausland)

Bereits im Abschnitt Methodik wurde auf die diversen Interpretationen der Begriffe simultan und sequentiell in der Literatur verwiesen. Ritter et al. (1997) untergliederten in ihrer retrospektiven Analyse der totalen Kniegelenksersatzes aus den Jahren 1985 bis 1990 beide Gruppen weiter. Als simultan galt zum einen ein beidseitiger Ersatz in einer Operation aber auch 2 Operationen während eines Klinikaufenthaltes. Die sequentielle Gruppe staffelten sie nach den Zeitabständen 6 Wochen, 3 Monate, 6 Monate und 1 Jahr. Bis auf die Mortalität in den ersten 6 Monaten, welche in der simultanen Gruppe nahezu 50% höher lag als in den sequentiellen Gruppen, ergab sich für das sonstige Outcome kein signifikanter Unterschied zwischen den Staffellungen und damit keine konkrete Empfehlung. Auch in der von Leitch et al (2005) durchgeführten Umfrage unter amerikanischen Orthopäden favorisierte ein Großteil den Zeitraum von 3 oder 6 Monaten für ein gestaffeltes Vorgehen. In unserem Patientengut betrug der mediane Abstand zwischen beiden Eingriffen 12 Monate. Der maximale Abstand, um in die Untersuchung eingeschlossen zu werden, wurde auf 24 Monate festgelegt, um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass eine beidseits symptomatische Gonarthrose bereits zum Zeitpunkt der ersten Operation vorgelegen hatte. Nach den Ergebnissen der Patientenbefragung waren kontralaterale Beschwerden in über 90% der Fälle vorhanden. Die Staffelung innerhalb eines Klinikaufenthaltes, wie es Liu et Chen (1998), Forster et al. (2006) oder Wu et al. (2008) durchführten, wurde nicht

angestrebt. Forster et al. sahen darin allerdings einen vertretbaren Kompromiss bei beidseits schwerer Osteoarthrose aber zu hohem individuellen Operationsrisiko des Patienten für ein simultan bilaterales Vorgehen.

5.3.4. Operationsbezogene Ergebnisse

5.3.4.1. OP-Zeit und Blutsperre

Die längere Operationszeit des simultanen Vorgehens im Vergleich zur unilateralen Endoprothetik wurde bereits in vielen Arbeiten beschrieben (Fick et al. 2002, Forster et al. 2006). Vergleichbar war auch unser signifikant unterschiedliches Ergebnis für den Vergleich der einzelnen Operationen. Wurden allerdings die sequentiellen OP-Zeiten summiert, ergab sich eine nahezu gleiche Operationsdauer. Liu et Chen (1998) errechneten im Vergleich des simultanen Vorgehens durch ein Operationsteam (vergleichbar mit unserem Ablauf) und dem sequentiellen Verfahren, bestehend aus zwei unilateralen Eingriffen eine signifikant kürzere Operationsdauer für die simultane Gruppe. Durch direkt simultane Operation mit zwei Teams benötigten Shah et al. (2007) für den bilateralen Gelenkersatz durchschnittlich nur 10 Minuten länger als für eine unilaterale Operation. Um jedoch den bereits beschriebenen Risiken einer gleichzeitig doppelseitigen Blutsperre zu entgehen, fand diese Variante in unserem Patientengut bis auf die erwähnte Ausnahme keine Anwendung.

Bei Auswertung der Blutsperre, welche aufaddiert in der zweizeitigen Gruppe länger war als in der simultanen, wandelte sich das Ergebnis zur deutlichen Differenz zwischen den Verfahrensgruppen. Ursächlich kommen dafür die unterschiedliche Handhabung der jeweiligen Chirurgen als auch das zeitlich konsequente Schema der simultanen Operation in Betracht.

Zur Minimierung des intraoperativen Blutverlustes sind in der Literatur die Verwendung einer Blutsperre (Harvey et al. 1997), die Koagulation (Marulanda 2005), der Einsatz von Antifibrinolytika und Retransfusionssystemen (Samama 2004, MacGillivray et al. 2010) sowie die Gewebeschonung durch minimalinvasives Vorgehen (Tria et al. 2003) beschrieben. Über die Verwendung einer Blutsperre an sich herrscht in der Literatur ebenso wenig Einigkeit wie über den Zeitpunkt der Öffnung dieser nach Verwendung. Zur Reduktion der Blutung aus dem eröffneten Knochenmark und damit verbundenen besseren Zementationsergebnis (Hersekli et al. 2004) wird die Blutsperre in vielen Kliniken standardmäßig eingesetzt (Harvey et al. 1997, Vandenbussche et al. 2002).

Li et al. (2008) erarbeiteten jedoch im prospektiven Vergleich von unilateralen Gelenkersätzen die Empfehlung ohne Blutsperre nur mit diathermer Koagulation zu operieren. Dabei zeigte sich in der Gruppe ohne Blutsperre zwar ein höherer sichtbarer intraoperativer Blutverlust, allerdings, ergaben die Berechnungen aus dem Hämatokritabfall einen höheren kalkulierten Gesamtblutverlust und versteckten Blutverlust in der Gruppe, welche mit Blutsperre operiert wurde. Als denkbare Ursachen führten die Autoren eine vermehrte Hämolyse und Extravasation aufgrund der reaktiven Hyperämie nach Öffnung der Blutsperre an.

Vandenbussche et al. verglichen 2002 die perioperativen Ergebnisse mit und ohne Verwendung einer Blutsperre. Sie fanden neben geringeren Schmerzen auch eine verbesserte Kniegelenksfunktion der Patienten ohne Blutsperre, allerdings nur für einen kurzen postoperativen Zeitraum bei gleichzeitig signifikant erhöhtem Gesamtblutverlust. In Zusammenschau ihrer Ergebnisse sprachen sich die Autoren für die Verwendung der Blutsperre aus.

Bezüglich des Öffnungszeitpunktes der pneumatischen Blutsperre in der Kniegelenksendoprothetik erarbeiteten Hersekli et al. (2004) einen signifikant geringeren intraoperativen Blutverlust durch Öffnung dieser erst nach Wundverschluss. Dem entgegen fanden Bell et al. in einer Studie aus dem Jahr 2009 einen signifikant stärkeren Hb-Abfall, wenn die Blutsperre erst nach Wundverschluss geöffnet wurde. In beiden Arbeiten wirkten sich die Unterschiede im Blutverlust allerdings nicht auf die Transfusionsrate aus.

5.3.4.2. Intraoperativer Blutverlust und Transfusion

Aufgrund der verlängerten Operationsdauer und dem doppelten physischen Trauma beim simultan bilateralen Verfahren wurde der intraoperative Blutverlust bereits von Cohen et al. (1997) und Shin et al. (2010) als größer gegenüber dem unilateralen Gelenkersatz beschrieben. Auch im von uns untersuchten Patientengut zeigten sich signifikant höhere Werte der simultanen gegenüber den einzelnen sequentiellen Operationen ($p=0,032$ bzw. $0,019$). Veränderungen in der Hämostase einhergehend mit erhöhter Blutungsneigung aufgrund verstärkter Fibrinolyse und der verringerten Konzentration von Gerinnungsfaktoren als auch das erhöhte physische Trauma und die länger auf den Patienten einwirkende Hypothermie stellen mögliche Ursachen für den vermehrten Blutverlust dar (Lombardi et al. 2001). Bould et al. (1998) fanden in ihrem Vergleich zwischen dem ersten und zweiten Knie einer bilateralen Operation heraus, dass die laborchemisch

bestimmten Gerinnungszeiten nach dem Öffnen der ersten Blutsperre signifikant anstiegen. Es könnte daher vermutet werden, dass der Blutverlust und die damit einhergehende Reduktion des Hb-Wertes aus einer bilateralen Operation die Summe aus beiden sequentiellen Operationen übersteigt. Ein solcher Vergleich ist allerdings nur bedingt praxisrelevant, es sei denn die zweite sequentielle Operation erfolgt noch während desselben Krankenhausaufenthaltes wie es von Liu und Chen (1998), Forster (2006) oder Wu et al. (2008) durchgeführt wurde. Da die Protokollierung des intraoperativen Blutverlustes zum einen unvollständig war und zum anderen die Werte auch durch Verdünnung mit Spülflüssigkeit verfälscht wurden, erfolgte zur genaueren Betrachtung der patientenindividuelle Vergleich des prä- und postoperativen Hb-Wertes. Die Differenzberechnung bestätigte den signifikanten Unterschied ($p=0,024$) zwischen der bilateralen und der unilateralen Operation. Für diese Art der Blutverlustkontrolle sprechen auch die Ausführungen von Gross aus dem Jahr 1983. Er erläuterte, dass neben dem abgesaugten Blut auch jenes in Tupfern und Tüchern zu messen war und durch die perioperative Kristalloidinfusion der Hämatokrit des zirkulierenden und damit auch austretenden Blutvolumens sank. Auch Sehat et al. (2000) schlossen Patienten mit zu hohem Blutverlust und Hämodilution durch enorme intraoperative Kristalloidinfusion aus ihren Untersuchungen aus. Sie beschrieben in ihrer Arbeit den Anteil des „versteckten“ Blutverlustes, bedingt z.B. durch Extravasation und Hämolyse, mit 50% des gesamten Volumens. In den Studien von Prasad et al. (2006) wurden dafür 38% des erwarteten Gesamtverlustes berechnet.

Aufgrund des höheren akut einwirkenden Gesamtblutverlustes während der simultan bilateralen Operation war auch der Anteil der transfusionspflichtigen Patienten in dieser Gruppe größer. Während sich dieser Unterschied als signifikant erwies ($p=0,007$), lag für den medianen EK-Verbrauch pro transfusionspflichtigem Patient eine nicht signifikante Abweichung vor ($p=0,331$). Auch in der Arbeit von Lombardi et al. aus dem Jahr 2001 zeigte sich ein höherer Blutverlust und Transfusionsbedarf unter den simultan bilateral operierten gegenüber den unilateral versorgten Patienten. Allerdings lag in ihrer Untersuchung auch die durchschnittlich transfundierte Anzahl an Erythrozytenkonzentraten über der Vergleichsgruppe. Unser Ergebnis war zudem mit der Untersuchung von Liu und Chen (1998) vergleichbar, welche in ihrer Gegenüberstellung von simultan und sequentiell operierten Patienten einen signifikanten Unterschied im Blutverlust, jedoch nicht in der Anzahl der transfundierten Bluteinheiten fanden. Dabei wurden in unserer Arbeit nur allogene

Erythrozytenkonzentrate gezählt. Das von 8,9% der Patienten präoperativ gespendete Eigenblut ging nicht in die untersuchte Transfusionsmenge mit ein. Die Eigenblutspende wurde nicht standardmäßig durchgeführt, da es zu beachten gilt, dass der präoperative Hb hierdurch abgesenkt wird und damit eine womöglich schlechtere Ausgangslage für die Operation besteht bzw. der postoperative Transfusionsbedarf erhöht werden könnte (Bottner et al. 2003).

5.3.4.3. ITS-Aufenthalt und Komplikationen

Wie bereits in den Ergebnissen erläutert, waren 7 der insgesamt 8 postoperativen Verlegungen auf die Intensivstation geplant, um aufgrund des Komorbiditätsprofils einiger Patienten eine intensivisierte Überwachung in der ersten Nacht sicher zu stellen. Die konkrete Aufschlüsselung von Aufenthalten auf der Intensivstation erfolgte in den wenigsten Studien. Urban et al. (2006) beschäftigten sich sehr genau mit dem direkten perioperativen Outcome ihrer Patienten. Sie überwachten alle bilateralen Patienten für 24 Stunden verstärkt gegenüber 34% der unilateralen Patienten. Der Unterschied für den postoperativen ITS-Aufenthalt gestaltete sich logischerweise als signifikant. Die Patientenanzahl mit länger benötigter Überwachung unterschied sich allerdings nicht mehr kennzeichnend sowohl im Vergleich simultan bilateral vs. unilateral als auch simultan bilateral zu gestaffelt bilateral innerhalb eines Jahres.

Mehr noch als der Aufenthalt auf der Intensivstation ist im literarischen Vergleich des simultan bilateralen und sequentiellen Verfahrens die Rate an auftretenden Komplikationen von Bedeutung. In den bisherigen Arbeiten erfolgten dabei sowohl Vergleiche des simultan bilateralen Vorgehens mit der unilateralen als auch der sequentiellen Operation. Die Gegenüberstellungen von simultan bilateralem und unilateralem Gelenkersatz wurden jedoch in Bezug auf die Vergleichbarkeit des sowohl funktionellen als auch perioperativen Outcomes bereits von einigen Autoren kritisiert, da die Patienten unterschiedliche Voraussetzungen mitbrachten – unilaterale Patienten hatten keine bilateralen Arthrosebefall (Powell et al. 2006). Außerdem setzt sich der Patient mit zwei einseitigen Operationen dem zweimaligen Risiken aus, was im genannten Vergleich simultan bilateral vs. unilateral nicht erfasst wurde (Leitch et al. 2005). Allerdings barg auch die Gegenüberstellung simultan und sequentiell einige Hindernisse. Dabei wurden Patienten, welche aufgrund von Komplikationen, Tod oder anderen Gründen der Umgesinnung die zweite Operation nicht zeitnah durchführten, mit ihren Ergebnissen zur unilateralen Gruppe gerechnet und flossen

nicht in die Outcomeanalyse des sequentiellen Verfahrens ein (Meehan 2011). Die Komplikationsrate des Verfahrens wäre unter Einbeziehung dieser Patienten höher bzw. die Erfolgsrate geringer gewesen, so Wohlrab et al. in ihrer Arbeit von 2011. Des Weiteren kritisierten sie, dass zweizeitig operierte Patienten mit unterschiedlichem Auftreten der Arthrose in beiden Kniegelenken nicht mit dem bilateralen Befall der simultanen Gruppe vergleichbar wären. Im vorliegenden Patientengut erbrachte die Nachbefragung jedoch, dass bei über 90% der sequentiell Operierten zum Zeitpunkt der ersten Operation bereits Beschwerden im kontralateralen Knie vorlagen. Die alleinige Beschreibung von Beschwerden war zwar nicht mit einer diagnostizierten Gonarthrose gleichzusetzen, allerdings ein Hinweis auf diese, welcher sich in der zeitnahen zweiten Operation bestätigte. Begrenzt wird die Aussagekraft mancher Datenanalysen, so auch der vorliegenden, durch die Nichterfassung von möglichen Komplikationen nach Entlassung aus der Akutklinik (Mementsoudis et al. 2013) und fehlender Wiedervorstellung des Patienten. Verstärkt wurde diese Verzerrung durch eine abnehmende Liegedauer der Patienten in den Kliniken des amerikanischen Raumes. Mementsoudis et al. erklärten die beobachtete Differenz zwischen abnehmender Mortalität bei steigenden Komplikationsraten im gesamten Patientengut mit den zunehmenden Komorbiditäten der zu operierenden Patienten bei gleichzeitig verbesserter perioperativer Pflege.

Tabelle 18 stellt die beobachteten Komplikationen aus verschiedenen Studien und der vorliegenden Arbeit dar.

Erstautor (Jahr)	Anzahl SBTKA	Mortalität	TVT/LE	kard. Kompl.	postop. Schmerz	Infektion	Häma- tome
Ritter 1997	n=12.922	0,99% (30d)	-	-	-	0,05%	
Lane 1997	n=100	1% (k. ZA)	3% LE	10% Arrhythmien	-		2%
Liu 1998	n=64	0% (k. ZA)	0%	0%	-	-	-
Lombardi 2001	n=545	0,2% (periop.)	-	2,8%	-	-	-
Leonard 2003	n=92	1,09% (30d)	3,26% / 0%	7,61%	-	-	-
Pavone 2004	n=501	0% (periop.)	13% / 0,4%	5,6%	-	-	0,6%
Ritter 2004	n=2050	0,3% (14d)	0,9%	1,5%	-	-	-
Horne 2005	n=40	-	-	4,3%	8,6%	-	-
Huotari 2007	n=210	0,5% (28d)	-	-	-	-	-
Shah 2007	n=87	1,15% (30d)	3,45% / 0%	12,64%	-	-	-
Luscombe 2009	n=72	0,7% (periop.)	1,4%	5,6%	-	6%	-
Kim 2009	n=2385	0,3% (periop.)	0,3%	-	-	1,3%	-

Shin 2010	n=308	-	0,65%	3,57%	-	-	-
Memtsoudis 2011	n=42.003	0,29% (periop.)	1,53%	6,53%	-	-	-
Meehan 2011	n=11.445	0,38% (30d)	0,87% / 0,96%	2,04%	-	-	0,7%
Jenny 2013	n=123	0% (k.ZA)	8% / 2,4%	1,6%	-	-	1,6%
Poultides 2013	n=2825	-	-	-	-	0,57%	-
Dissertation	n=22	0% (30d)	0%	4,5% (1/22)	22,7% (5/22)	-	0%

Tabelle 18: Übersicht – Komplikationsraten in der Literatur und eigener Untersuchung

(SBTKA=simultan bilaterale totale Kniearthroplastie, TVT=tiefe Venenthrombose,

LE=Lungenembolie, k.ZA=keine Zeitangabe)

Die perioperative Mortalität stellte in vielen Studien ein Argument in der Entscheidung für oder gegen das simultan bilaterale Verfahren dar. Während Befürworter der beidseitigen Operation wie Hutchinson et al. (2005), Walmsley et al. (2006) und Sculco T.P. und P.K. (2012) keine erhöhte Sterblichkeit gegenüber dem unilateralen oder sequentiellen Gelenkersatz feststellten, berufen sich die Gegner des Verfahrens auf höhere Mortalitätsraten im simultanen Patientengut (Stefánsdóttir et al. 2008, Parvizi et al. 2012, Bolognesi et al. 2013). In unserer Untersuchung kam es in der simultanen Gruppe zu 2 Todesfällen innerhalb des Nachuntersuchungszeitraumes, welche allerdings beide unabhängig vom Kniegelenkersatz geschahen. Bei der Auswertung der Sterblichkeit müssen neben dem angewendeten Verfahren als mögliche Risikofaktoren auch die bestehenden Nebenerkrankungen und das Alter der Patienten in Betracht gezogen werden, welches nach der Arbeit von Kim et al. (2009) sogar einen größeren Einfluss auf die Mortalität haben als die durchgeführte Prozedur.

Zur Prophylaxe einer tiefen Venenthrombose oder Lungenembolie erhielten alle Patienten standardmäßig eine perioperative Thrombembolieprophylaxe mit Enoxaparin, Fondaparinux oder Dabigtran. Nach den Untersuchungen von Mantilla et al. (2003) führte eine solche medikamentöse Prophylaxe zu einer signifikanten Reduktion thrombembolischer Ereignisse bei TKA-Patienten. Als Risikofaktoren diagnostizierten die Autoren einen erhöhten BMI sowie eine ASA-Einstufung ≥ 3 . In ausländischen Studien wurde die Thrombembolieprophylaxe nicht immer genannt, weshalb eine Durchführung teilweise fraglich erschien. Einen möglichen Grund für die höhere Rate an tiefen Venenthrombosen und Lungenembolien stellten die von manchen Autoren routinemäßig durchgeführten

Untersuchungen der Patienten mittels Doppler-Ultraschall vor Entlassung dar (Pavone et al. 2004), welche vor allem asymptomatische Thrombosen diagnostizieren. Andererseits konnten sich thrombembolische Ereignisse bei Auftreten nach Entlassung auch unterrepräsentiert in den Studien darstellen.

Aufgrund der vorbestehenden Herzkreislauferkrankungen einiger Patienten stellen kardiale Komplikationen eine sorgfältig vorzubeugende und zu monitorende Entität der perioperativen Pflege dar. Welchen Grund der bei einer Patientin aufgetretene Sinusarrest hatte, konnte nicht genau festgestellt werden. Neben der längeren intraoperativen Hypotonie und vermehrten Flüssigkeitsverschiebungen stellt auch die höhere Anämierate eine Ursache für kardiopulmonale Komplikationen dar (Lane et al. 1997). Besonders bei älteren Patienten stellten Adili et al. 2001 bei entsprechender vorbestehender Komorbidität ein signifikant erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre Komplikationen im perioperativen Zeitfenster einer simultan bilateralen Operation fest. Jain et al. (2013) verzeichneten in ihrer prospektiven Untersuchung durch optimierte Patientenselektion bezüglich kardialer Vorerkrankungen mittels medikamentöser Stressechokardiografie keine kardiovaskulären Komplikationen. Als weitere bedeutende Faktoren für eine schnelle Genesung der Patienten nach bilateralem Kniegelenksersatz nannten sie ein aggressives Schmerzmanagement und eine frühe Mobilisation.

Postoperative Schmerzen beeinflussen nicht nur die Rehabilitation und das funktionelle Outcome stark, sie spielen bereits präoperativ eine Rolle für die Patienten in der Entscheidung zwischen dem einseitigen oder beidseitigen Gelenkersatz. Jain et al. (2013), erreichten durch ihr aggressives Schmerzmanagement im simultan operierten Patientengut eine schnellere Rehabilitation als mit dem sequentiellen Verfahren. Shetty et al. (2010) fanden zwischen unilateralem und bilateralem Kniegelenksersatz keinen signifikanten Unterschied in der postoperativen Schmerzstärke, dafür aber eine deutliche Schmerzlinderung gegenüber dem präoperativen Zustand und ein vergleichbares funktionelles Ergebnis in beiden Gruppen. Auch Powell et al. (2006) erhielten ein signifikant höheres Schmerzlevel auf der visuellen Analogskala bei Patienten mit bilateralen Kniegelenksersatz und einen erhöhten Schmerzmittelbedarf. Diese Unterschiede bestanden allerdings nur in den ersten beiden Tagen. Neben dem eigentlichen Wundschmerz spielte in der Literatur auch der Oberschenkel Schmerz als Folge der Blutsperre eine Rolle.

Worland et al. (1997) konnten für den ersten postoperativen Tag eine signifikant höhere Schmerzrate bei Patienten mit stärkerer Kompression durch die Blutsperrmanschette feststellen. Auch bei Vandenbussche et al. (2002) war der Schmerzunterschied nur von kurzer Dauer.

Ein weiteres Hindernis in der Mobilisation der Patienten stellen Revisionseingriffe aufgrund z.B. von Infektionen oder Wundhämatomen dar. Im Langzeitergebnis spielen ebenfalls Infektionen im Rahmen von Spätinfekten aber auch Prothesenlockerungen oder Inlayverschleiß mögliche Ursachen für einen erneuten Eingriff eine Rolle. Während des Krankenhausaufenthaltes wurde bei keinem der von uns untersuchten Patienten eine periprothetische Infektion festgestellt, jedoch mussten in der sequentiellen Gruppe zwei Wundhämatome revidiert werden. Bei einem der simultanen Patienten erfolgte beidseits die Punktion eines Kniegelenksergusses. Bei den meisten unserer Patienten wurde die Blutsperrre erst nach Wundverschluss und Anlage des Druckverbandes geöffnet. Das Argument, dass durch die intraoperative Öffnung in Verbindung mit diathermer Koagulation zur Hämostase Wundhämatome vermieden werden könnten, wurde durch die Ergebnisse von Stukenborg-Colsmann et al. (2000) widerlegt. Trotz der beschriebenen Blutstillung vor Wundverschluss traten in 13% der Fälle Wundhämatome auf, 2,5% mussten operativ revidiert werden.

Poultides et al. (2013) untersuchten das Risiko der perioperativen Infektion zwischen simultan und sequentiell beidseitig und unilateral operierten Patienten und fanden dabei eine signifikant geringere Infektionsrate während des Krankenhausaufenthaltes für die simultanen Patienten. Im Intervall nach der Entlassung traten vergleichbare Raten zwischen den Gruppen auf. Als denkbare Ursachen sahen sie die vermehrte Exposition der Patienten gegenüber nosokomialen Keimen im Rahmen eines verlängerten oder des zweifachen Krankenhausaufenthaltes bei der sequentiellen Versorgung. Luscombe et al. (2009) nannten vor allem operative Ursachen für ihre signifikant höhere Rate an superfiziellen Wundinfektionen nach simultan bilateralem gegenüber dem unilateralem Kniegelenkserersatz. Dazu gehörten die verlängerte Operationsdauer, mehr an der Operation beteiligte Personen, die Verwendung der gleichen Instrumente für beide Knie, wobei kein Patient ihrer Untersuchung eine Infektion beider Seiten erlitt. Beim Vergleich des simultan bilateralen Ersatzes während einer Operation mit verschiedenen Zeiträumen des gestaffelten

Vorgehens erhielten Ritter et al. (1997) ein entgegengesetztes Ergebnis mit signifikant niedrigeren Wundinfektionsraten in der simultanen Gruppe gegenüber allen anderen.

Der erhöhte intraoperative Blutverlust und der damit verbundene postoperative Hb-Abfall wurden bereits im vorangegangenen Kapitel erläutert. Die postoperative Anämie stellt dabei nicht nur einen Risikofaktor für kardiopulmonale Komplikationen dar (Lane et al. 1997), sondern kann aufgrund der Schwäche der Patienten auch die Mobilisation verzögern (Shetty et al. 2010). In vielen Studien erfolgte allerdings nur die Untersuchung des Blutverlustes und der postoperativen Blutwerte, während die postoperative Anämie nicht als konkrete Komplikation benannt wurde. In der Entscheidung zur Transfusion flossen neben dem Hb-Wert allerdings auch die gesamte Gesundheitszustand und das klinische Bild des Patienten ein. Dies erklärte den Unterschied in der Anzahl an diagnostizierten postoperativen Anämien (9 simultan, 0 sequentiell) und der Anzahl an transfundierten Patienten (14 simultan, 6 sequentiell).

5.3.5. Gelenkbezogene Daten

5.3.5.1. Präoperative Deformität der Kniegelenke

In beiden Untersuchungsgruppen überwog die Varusdeformität der operierten Kniegelenke. Das Ausmaß der Deformitäten unterschied sich in den Patientengruppen allerdings nicht signifikant voneinander und reichte unabhängig von der Art der Abweichung bis zu 15°. Je größer der vorbestehende Achsfehler ist, desto anspruchsvoller gestaltet sich die Wiederherstellung einer geraden Beinachse und das intraoperative Weichteilbalancing für ein stabiles postoperatives Kniegelenk. Von manchen Autoren wurden mittel- oder hochgradige Deformitäten von den Untersuchungen ausgeschlossen, um ein einheitliches Patientengut zu erhalten (z. B. Bergschmidt et al. 2008). Doch gerade bei beidseitigem Bestehen einer schweren Achsabweichung und der damit verbundenen funktionellen Beinverkürzung ist der beidseitige Kniegelenkersatz bedeutend für das Outcome des Patienten. Ebenso verhält es sich bei beidseitiger hochgradiger Streckhemmung. Nach nur einseitiger Operation ist eine postoperative Mobilisation erschwert bzw. nur unzureichend möglich (Radmer et al. 2006). In der retrospektiven Analyse der präoperativen Streckhemmung der von uns untersuchten Patienten befanden sich allerdings im Vergleich mit den simultan Operierten mehr als doppelt so viele Patienten mit Streckhemmung > 5° in der sequentiellen Gruppe. Dafür existierten verschiedene Gründe, wie der Wunsch des

Patienten, die geringere Schwere der Gonarthrose am kontralateralen Kniegelenk oder ein zu hohes individuelles Narkose- bzw. Operationsrisiko aufgrund bestehender Nebenerkrankungen.

5.3.5.2. Prothese

Bei vorliegender Pagonarthrose stellt der ungekoppelte bikondyläre Oberflächenersatz die erste Wahl in der Knie totalendoprothetik dar. In den durchführenden Kliniken wurde vor allem das Modell Scorpio mobile bearing der Firma Stryker verwendet. Dafür mussten allerdings stabile Seitenbandverhältnisse vorliegen, welche gerade bei hochgradiger präoperativer Achsabweichung nicht immer herzustellen waren. Daher wurden in 9 der insgesamt 90 operierten Kniegelenke gekoppelte Prothesen implantiert. Eine weitere Ursache für diese Prothesenwahl, stellten die distalen Femurfrakturen einer Patientin dar, welche mit Revisionsprothesen versorgt wurde. Dabei unterschied sich weder das Verhältnis ungekoppelte zu gekoppelten Prothesen zwischen den Verfahrensgruppen, noch die Abweichung bezüglich der individuellen Gleichheit des Kopplungsgrades signifikant voneinander ($p=0,158$ bzw. $0,233$). Während in der simultan bilateralen Gruppe stets das gleiche Modell auf beiden Seiten eines Patienten implantiert wurde, lag in 3 der 23 sequentiellen Patienten die Kombination aus einem Oberflächenersatz und einer gekoppelten Prothese vor. Studien, welche die Ergebnisse nach ungleichem Protheseneinsatz in einen Patienten untersuchten, existierten in der Literatur nur in Bezug auf unterschiedliche Oberflächenersätze. Kim et al. (07/2007 und 10/2007) fanden sowohl nach 5 als auch nach über 10 Jahren keinen signifikanten Unterschied zwischen mobile und fixed bearing Modellen, welche eine Ausführung der anderen überlegen machen würde. Den gezielten Vergleich zwischen ungekoppeltem Oberflächenersatz und gekoppelter Prothese im selben Patienten stellte allerdings nach unserem Wissen bisher kein Autor an. In ihrer Gegenüberstellung von einseitiger Revisions- und kontralateraler primärer Kniegelenksendoprothetik und alleiniger Revision fanden Bezwada et al. (2003) für die revidierte Seite, welche in 76% der Patienten eine teilgekoppelte Prothese darstellte, einen niedrigeren Knee Score, allerdings eine höhere Präferenz der Patienten für dieses Knie.

5.4. Postoperatives Outcome

Dass in der Kniegelenksendoprothetik mit hoher Qualität und gut überdachten Techniken gearbeitet wird, zeigten Prothesenstandzeiten mit bis zu 98,3% nach 10 Jahren

(Ritter et al. 2004) bzw. 87% nach 18 Jahren (Diduch et al. 1997). Beide Faktoren haben dabei auch in der kurzfristigen Betrachtung bereits eine entscheidende Rolle.

Für die Gelenkfunktion und die damit verbundene Patientenzufriedenheit nach Gelenkersatz ist sowohl das kurzfristige Outcome, welches vor allem die perioperative Zeit beinhaltet, als auch das langfristige Outcome mittels der jährlichen Kontrolluntersuchungen von Bedeutung. Selten befassten sich Studien mit beiden Beobachtungszeiträumen. Es existiert eine Vielzahl von Studien, welche sich im Besonderen auf kurzfristig auftretende Komplikationen konzentrierten (Shah et al. 2007, Luscombe et al. 2009, Maniar et al. 2013, Memtsoudis et al. 2013).

Die akutmedizinische Behandlung geht nach den ersten Tagen allerdings in einen Abschnitt über, in welchem der Patient aktiv am langfristigen funktionellen Ergebnis der Endoprothetik mitwirkt und somit einen nur schlecht einschätzbaren Einflussfaktor darstellt.

5.4.1. KOOS-Bogen und funktionelles Outcome

Der Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) diente in der vorliegenden Untersuchung zur subjektiven Bewertung der Funktion des Kniegelenkes präoperativ und im medianen Follow up von 23 Monaten (7 bis 39 Monate). In der Auswertung zeigte sich in beiden Verfahrensgruppen eine signifikante Zunahme der Scores in allen Subskalen mit Ausnahme der Abschnitte „Symptome“ und „Sport“ bei den sequentiellen Patienten. Das Ergebnis bestätigte damit die Ergebnisse der Studie von Trojani et al. aus dem Jahr 2012 mit signifikanten Punktanstiegen in allen Kategorien nach einem vergleichbaren Follow up von 6 bis 30 Monaten. Dass keine signifikante Verbesserung der Skalenwerte in der Subskala „Schmerz“ existierte, stellten Kessler et al. in ihrer Untersuchung der Test-Gütekriterien der deutschen KOOS-Version im Jahr 2003 fest. In unserer Untersuchung fanden sich im Vergleich der Schmerzen prä- und postoperativ in beiden Gruppen signifikante Verbesserungen.

Die Autorengruppe um Kessler schloss jedoch Patienten mit schweren oder belastenden Zweiterkrankungen von der Untersuchung aus, da diese das Ergebnis der funktionellen Leistungsfähigkeit beeinflussen könnten. In der vorliegenden Dissertation stellten leistungsmindernde Nebenerkrankungen kein Ausschlusskriterium für den bilateralen Kniegelenkersatz dar und konnten somit die Präzision des Ergebnisses der Funktionalität in Bezug auf die Endoprothetik schmälern. Kessler et al. wiesen außerdem darauf hin, dass die Subskala „Symptome“ des KOOS, welcher ursprünglich für die Bewertung der Ergebnisse

nach Kniebinnenschäden, wie Meniskusschäden, erstellt wurde, für Patienten mit fortgeschrittener Gonarthrose nicht präzise genug sei und im Rahmen dieser Nutzung mehr auf die Symptomatik der Arthrosepatienten abgestimmt werden müsste. Im Bezug auf den Grundgedanken dieses Outcome-Bogens stellte die Subskala „Sport“ eine sinnvolle Fragestellung dar. Doch auch hier war unklar, inwieweit diese Befragung bei fortgeschrittener Arthrose und Zustand nach Gelenkersatz verwertbare Vergleichsergebnisse lieferte. Des Öfteren wurde diese Kategorie von unseren Patienten nicht beantwortet, da die genannten Betätigungen, wie rennen und hüpfen, unabhängig von der Gonarthrose oder dem Kniegelenkersatz nicht mehr durchgeführt wurden.

Dennoch stellen genormte Fragebögen einen nicht wegzudenkenden Faktor in der funktionellen Ergebnisbewertung der Knieendoprothetik dar, welche auch die subjektiven Eindrücke der Patienten mit verarbeiten.

In ihrer prospektiven Untersuchung von 150 Patienten mit simultan bilateralem Kniegelenkersatz aus dem Jahr 2013 erhielten auch Jain et al. signifikante Verbesserungen in der Beweglichkeit (ROM) und auf der Schmerzskala nach dem Knee Society Score.

Zeni et al. (2010) verwendeten in ihrer Nachuntersuchung sowohl objektive (Time up and go test, stair climbing test) als auch subjektive (KOS ADL-Skala, Kurzform des SF 36) Scores und erhielten 2 Jahre nach Endoprothesenimplantation für die meisten Tests keinen signifikanten Unterschied zwischen den Operierten und der gesunden, symptomfreien Kontrollgruppe.

Präoperativ hatte ein derartiger Unterschied in ihrem Patientengut bestanden. Auch Jerosch und Floren (2000) nutzten den SF 36 zur Beurteilung der Lebensqualität nach Implantation einer Knieendoprothese. Trotz gesteigerter Werte postoperativ lag die operierte Gruppe in ihrer Arbeit stets unter den Werten der etwa gleichaltrigen Kontrollgruppe.

5.4.2. Postoperative Patientenumfrage

Zufriedenheit

In Abhängigkeit vom funktionellen Ergebnis des beidseitigen Kniegelenkersatzes gestaltete sich auch die Zufriedenheit der Patienten damit. Da jeder Patient gewisse Erwartungen an sein künstliches Gelenk und dessen Funktion im Alltag stellte und sich auf bestimmte Einschränkungen bzw. Veränderungen in den Lebensgewohnheiten unterschiedlich einließ, spiegelte die Zufriedenheitsfrage neben dem KOOS eine weitere subjektive Bewertung der Operationsergebnisse wieder. Auch wenn persönlich beeinflussten Daten in statistischen Auswertungen des Öfteren eine geringere Validität zugesprochen wird, steht die persönliche

Zufriedenheit eines Patienten u.a. in einem engen, sich gegenseitig beeinflussenden Zusammenhang mit der Funktion des künstlichen Kniegelenkes. Die Bedeutung der Patientenmeinung betonten auch Bullens et al. in ihrer Arbeit von 2001. Ihre Ergebnisse erbrachten allerdings nur eine geringe Korrelation zwischen den subjektiven Empfindungen der Probanden und den objektiv durch Ärzte erhobenen Werten in der Verlaufskontrolle. Als ursächlich dafür benannten die Autoren die unterschiedlichen Ansichten und Gewichtungen im postoperativen Verlauf durch Arzt bzw. Patient. Bereits präoperativ sei es daher eine wichtige Aufgabe des ärztlichen Gesprächs die Erwartungen des Patienten realitätsnah zu gestalten.

Wir konnten in beiden Gruppen eine hohe Zufriedenheitsrate von 95% unter den simultan und 78,6% unter den sequentiell operierten Patienten feststellen. Diese Werte überstiegen die Angaben von Stubbs et al. (2005) mit einer Gesamtzufriedenheit von 70% und der oben angeführten Untersuchung von Bullens et al. mit 73% Zufriedenheit 5 Jahre postoperativ.

Verfahrenswahl und Weiterempfehlung

In Abhängigkeit von der persönlichen Zufriedenheit mit dem Ergebnis des Kniegelenkersatzes und den Erfahrungen, welche der Patient mit Operation, Rehabilitation und Ergebnis sammelte, erfolgte die Entscheidung der Befragten, ob sie eine solche Operation wieder durchführen lassen oder diese weiterempfehlen würden. Bestand Zufriedenheit mit dem Ergebnis, war zu erwarten, dass der Patient das gleiche Verfahren wieder wählen würde. Diese These wurde durch die Umfrageresultate dieser Arbeit im Großen und Ganzen bestätigt. 90% der simultan operierten Patienten hätten sich erneut für diese Verfahren entschieden, 85% es auch an andere Betroffenen weiter empfohlen. Damit bestätigte das Ergebnis die Ausführungen von Leonard et al. (2003) und Bezwada et al. (2003), bei denen ebenfalls 95% bzw. 99% der simultan bilateral operierten Patienten das Verfahren erneut gewählt hätten. In der Studie von Jenny et al. (2013) wären nach einem mittleren Follow up von 33 Monaten nur 65% der Patienten erneut mit dem Eingriff einverstanden gewesen, 57% hätten es weiter empfohlen. Eine vorstellbare Ursache für die relativ große Differenz im Vergleich der Werte stellten die in der Arbeit von Jenny et al. registrierten Komplikationen dar. Darunter befindlich waren 24% Frühkomplikationen, wie tiefe Venenthrombose und Lungenembolie als auch kardiale Probleme und postoperative Verwirrung sowie Spätkomplikationen, wie Kniesteife, Infektion oder Instabilität. Relativierend musste für dieses Ergebnis allerdings betrachtet werden, dass die

Populationsgröße bei Jenny et al. mit 123 simultan bilateralen Patienten um das 5-6fache höher war als in unserer Studie.

Eine vergleichbar hohe Rate der Verfahrenswiederwahl zeigte sich auch unter den sequentiell operierten Patienten mit 93,3%, obwohl ihre Zufriedenheitsrate mit 78,6% deutlich geringer war. In Interpretation dieses Ergebnisses ließ sich vermuten, dass bei bestehender Unzufriedenheit mit dem sequentiellen Ergebnis ein simultanes Verfahren in Bezug auf ein möglicherweise besseres Resultat von den Patienten nicht in Betracht gezogen wurde. Die persönliche Annahme vermehrter Komplikationen oder einer schlechteren Mobilisation schien eine denkbare Ursache für die Ablehnung. Im Gegensatz dazu standen jedoch Ergebnisse aus der Literatur (Stanley et al. 1990, Bezwada et al. 2003, Radmer et al. 2006), welche belegten, dass ein gleichzeitiger Ausgleich von beidseitig bestehenden Kontrakturen oder Achsabweichungen eine schnellere Rehabilitation und besseres frühes Outcome implizierten. In der Untersuchung von Revisions- und primärer Kniegelenksarthroplastie während einer Anästhesie erhielten Bezwada et al. (2003) ein zu unserer Arbeit konträres Ergebnis. Auch 92% der gestaffelt operierten Patienten hätten sich bei erneuter Wahl für das einzeitige Verfahren entschieden.

Dabei basierten in beiden unserer Gruppen die Entscheidungen zur Weiterempfehlung nur auf den Erfahrungen mit einem, nämlich dem durchgeführten Verfahren. Kein Patient hatte Erfahrungen mit dem jeweils anderen Verfahren und hätte einen direkten Vergleich anstellen können. Dieser Aspekt fand sich auch in der Arbeit von Stubbs et al. (2005). Dass eine Patientin trotz Zufriedenheit mit dem einzeitig beidseitigen Kniegelenksersatz das simultane Verfahren nicht weiter empfohlen hätte, beruht womöglich auf einer als zu anstrengend empfundenen Rehabilitation.

Ergebnisgleichheit

Wie bereits erwähnt, haben die Ergebnisparameter Schmerz und Beweglichkeit einen großen Einfluss auf die Zufriedenheit der Patienten mit dem Resultat ihrer Operationen. In der Literatur war beschrieben, dass ein nur einseitiger Kniegelenksersatz bei allerdings beidseitiger Gonarthrose funktionell erst richtig nutzbar und einschätzbar wäre, wenn auch das zweite Knie operiert wurde und somit eine beschwerdebedingte Fehlbelastung vermieden werden konnte (Farquhar et al. 2010). Abhandlungen über den direkten Vergleich beider operierter Knie miteinander fanden sich ansonsten kaum in der Literatur.

Die Ergebnisse der Patientenbefragung zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den unterschiedlichen Verfahrensgruppen. Auffallend war jedoch, dass das Ergebnis laut den Patienten in beiden Gruppen bei über der Hälfte der Patienten nicht gleich war. Gerade das simultane Vorgehen sollte doch eine gleichzeitige und einheitliche Rehabilitation beider Kniegelenke ermöglichen. Doch genau das konnte sowohl durch Angewohnheiten und Vorlieben des Patienten für eine Seite als auch durch eine ungewollt unterschiedliche Gewichtung bei der beidseitigen Rehabilitation oder eine gar unzureichende Beübung, auch in Eigenregie durch den Patienten, nicht erfüllt gewesen sein. Zusätzlich spielten aus Patientensicht postoperative Traumen oder Reizungen der Gelenke eine Rolle.

Kontralaterale Beschwerden

Dass die Gonarthrose bilateral auftritt, war bereits in mehreren Publikationen belegt worden (Stürmer et al. 2000, Günther et al. 2002, Yoshimura et al. 2009). Dabei reichten die Angaben von 43,1 % bis 87,4 %. Je nach Arbeit wurden dabei klinische oder radiologische Kriterien zur Definition der Arthrose verwendet, wodurch sich auch teilweise der Unterschied zwischen den Werten erklärte (Sun et Stürmer 1997).

In der durchgeführten Patientenbefragung wurden sequentiell Versorgte nach Beschwerden im kontralateralen Bein zum Zeitpunkt der ersten Operation gefragt. Setzte man die Bejahung dieser Frage dem klinischen Kriterium für eine kontralaterale Gonarthrose gleich, hätte sich für das untersuchte Kollektiv ein bilateraler Befall in 93,3% der Fälle ergeben. Ein Anteil an bilateraler Arthrose, der die Spannweite der literarischen Werte deutlich überstieg. Dabei existieren genug andere mögliche Ursachen für Kniegelenksbeschwerden, wie z.B. Meniskopathien, welche keine Indikation zum endoprothetischen Ersatz darstellen. Dass vom Patienten vorhandene Beschwerden im kontralateralen Kniegelenk nicht uneingeschränkt mit der Definition einer bilateralen operativ behandlungsbedürftigen Arthrose gleichzusetzen waren, zeigte auch die Diskrepanz zur Antwort der Frage, ob den Patienten das simultan bilaterale Verfahren als Option erläutert wurde. In 46,7% wäre dies nicht geschehen. Denkbare Ursachen dafür waren zum einen, wie oben genannt, aktuell schmerzhaft einwirkende anderweitige Pathologien des Kniegelenkes oder zum anderen bei Vorliegen einer beidseitigen Gonarthrose die fehlende Indikation aufgrund unzureichender Schwere des kontralateralen Gelenkverschleißes bzw. Nebenerkrankungen oder fehlende Reserven bei vermindertem Allgemeinzustand, welche für den Patienten ein erhöhtes operatives Risiko bei bilateralem Vorgehen bedeutet hätten.

Eingliederung in den Alltag

In der Literatur stellte die Rehabilitation nach Kniegelenkersatz bisher ein gering beleuchtetes Thema dar, wie schon Minn Lowe et al. 2007 in ihrer Metaanalyse feststellten. Nach Zusammenfassung der Ergebnisse von 5 retrospektiven Studien mit nur teilweise signifikanten funktionellen Vorteilen durch eine postoperative Rehabilitation schlussfolgerten die Autoren, dass eine zeitnahe physiotherapeutische Betreuung der Patienten nach Kniegelenkersatz im kurzfristigen Outcome Verbesserungen mit sich brachte. Nach einem Jahr bestanden allerdings keine Differenzen zwischen den Interventionsgruppen. Im Gegensatz zu vielen Ländern gehört die stationäre Anschlussheilbehandlung in Deutschland zum Standard nach endoprothetischem Kniegelenkersatz, unter der Zielsetzung die körperliche Beeinträchtigung der Patienten möglichst schnell zu minimieren und sie in vollem Ausmaß in die Gesellschaft zu reintegrieren (Heisel et Jerosch 2007). Durch die Krankenkassen sind die Aufenthalte unabhängig von der Anzahl der operierten Kniegelenke meist auf eine Dauer von 21 Tagen begrenzt und können bei Bedarf um 1 Woche verlängert werden.

Der rehabilitative Prozess ist nach diesem Intervall keineswegs abgeschlossen und benötigt weiterer Eigenübung und Aktivität durch den Patienten selbst. Daher eignete sich die Rehabilitationsdauer nicht zum Vergleich der Zeit, welche die Patienten benötigten, um die Steigerung der Lebensqualität und der Aktivitäten des täglichen Lebens, welche neben Schmerzreduktion weitere Ziele der Endoprothesenversorgung darstellten, voll zu erreichen. Außerdem waren die meisten unserer Patienten bereits Rentner, sodass keine Arbeitsunfähigkeit bestand. Um einen möglichen Unterschied in der benötigten persönlichen Rehabilitationszeit zu erfassen, wurden die Patienten nach der Dauer gefragt, nach welcher sie an ihrem Alltag wieder wie gewohnt teilnehmen konnten. Im Vergleich zeigte sich für den simultan bilateralen Kniegelenkersatz mit im Median 81 Tagen zwar ein höherer Wert als sequentiell (Summe von 70 Tagen für beide Knie), jedoch bestand auch in der zweiten Gruppe eine große Spannweite und für den zahlenmäßigen Unterschied keine Signifikanz. Studien anderer Autoren befassten sich zwar mit den funktionellen Ergebnissen zu vorgegebenen Kontrollintervallen, jedoch fanden sich keine Arbeiten zum genannten Aspekt der Reintegrationszeit.

5.5. Finanzielle Analyse

5.5.1. DRG-Erlös des Krankenhausaufenthaltes

Die Vergütung der simultan bilateralen Knieendoprothesenversorgung stellt in der Zeit des DRG-Systems keine einfache Aufgabe dar. Auf der einen Seite erhält der Patient die Versorgung von 2 Krankenhausaufenthalten und Operationen in einem, auf der anderen Seite können bestimmte Abläufe gleichzeitig stattfinden und somit Ressourcen gespart werden. Doch mit welchem Gewicht sowohl Mehrleistung als auch Ersparnis in die Rechnung eingehen, ist bis heute noch nicht optimal gelöst. Deutsche Untersuchungen zu dieser Aufstellung existieren nicht, dafür einige Kostenanalysen aus dem Ausland. Doch auch diese sind auf das deutsche Gesundheitssystem nur bedingt anwendbar, da ihre Vergütung auf anderen Grundlagen basiert. Bereits in den 90ern untersuchten Lane et al. (1997) prospektiv das Outcome und die Kosten des bilateralen Vorgehens im Vergleich zu 2 unilateralen Aufenthalten von je 100 Patienten. Sie errechneten dabei eine Ersparnis von 27% für die Gesamtkosten von Krankenhaus und Rehabilitation.

Nur ein Jahr später veröffentlichten Reuben et al. (1998) ihre retrospektive Untersuchung des finanziellen Aufwandes und Erlöses von unilateraler und bilateraler Knieendoprothetik. Sie berechneten, bei konstanten Prothesenkosten von 3.963\$, für den unilateralen Gelenkersatz Gesamtkosten von 14.375\$ und für den simultan bilateralen von 18.518\$. Eine Differenz, welche nach Abzug der Kosten für die zweite Prothese mit einem „Überschuss“ von 180\$ den Mehraufwand unzureichend deckte. Im Vergleich zu 2 unilateralen Endoprothesenversorgungen sparte das bilaterale Vorgehen in ihrer Untersuchung 36% der Kosten.

Auch Macario et al. (2003) fanden im Vergleich zwischen dem simultanen zum sequentiellen Vorgehen innerhalb eines Jahres eine Kostenreduktion um 24%. Die Autoren gaben hier allerdings zu bedenken, dass die mögliche Ersparnis durch einen größeren Bedarf (38% der simultanen Patienten im Gegensatz zu 0% der sequentiellen) an postoperativen Aufenthalten in Rehabilitationseinrichtungen hätte geschmälert werden können. Dieses Argument begründete sich allerdings auf dem anders strukturierten Gesundheitssystem im Ausland im Vergleich zu Deutschland. In vielen Studien fanden sich Aufenthalte im Akutkrankenhaus von 3, 5 oder 7 Tagen. Die weitere postoperative Kontrolle und Rehabilitation erfolgte ambulant. Sollte eine weitere Versorgung nötig geworden sein, wurde dies im Sinne einer Akutrehabilitation durchgeführt. Auch Lane et al. führten in der oben genannten Publikation an, dass die von ihnen berechnete Kostenersparnis von 27%

bereits durch die vermehrte Durchführung einer stationären Rehabilitation (in ihrer Untersuchung 89% bei den bilateral und 45% bei den unilateral operierten Patienten) geschmälert wurde. Nach Angaben aus der Arbeit von Sculco, T.P. und Sculco P.K. (2012) blieb hingegen auch nach Abzug der Rehabilitationskosten in ihrer Untersuchung eine Ersparnis von \$15.000 pro simultan bilateralem Patient.

In der aktuell veröffentlichten Studie von Odum et al. (2013) verglichen die Autoren die Kosten-Effizienz der beiden operativen Verfahren mittels Berechnung einer Cost-Effectiveness-Ratio unter Einbeziehung der Kosten und der durch den Gelenkersatz erhaltenen QALYs (Quality-adjusted life years). Aufgrund der ihnen nicht möglichen Detektion sequentieller Fälle aus den vorhandenen NIS-Daten, konstruierten sie diese aus 2 unilateralen Operationen, um eine vergleichbare Option gegenüber dem simultanen Verfahren zu erhalten. Sowohl mit als auch ohne Matching berechneten sie eine höhere Kosteneffizienz für das simultan bilaterale Vorgehen.

Ein direkter Vergleich der Kosten der in die Dissertation eingeschlossenen Patienten mit den Zahlen aus dem Ausland war aufgrund der unterschiedlichen Systeme nicht durchführbar, sondern allein eine Trendanalyse. In diesen Rahmen bestätigte das Ergebnis der vorliegenden Kostenanalyse die in der Literatur angegebenen Werte. Im genaueren erfolgte dabei der Vergleich zwischen den Gesamterlösen, mit welchen die operierenden Häuser für das jeweilige Verfahren vergütet wurden. Unter Ausschluss eines Ausreißers konnte für die simultan bilateral operierten Patienten im Mittelwert ein Erlös von 10.022,66€ und für die 2 Aufenthalte im sequentiellen Verfahren eine mittlere Summe von 14.761,49€ erwirtschaftet werden. Daraus ergab sich für das deutsche Gesundheitssystem in Bezug auf die Kosten für die entsprechende Behandlung im Akutkrankenhaus eine Ersparnis von 32,1%.

Bei alleiniger Betrachtung der Erlöse durch die beidseitige Knieendoprothetik würde sich für viele Häuser der simultan bilaterale Kniegelenkersatz somit nicht lohnen. Allerdings könnten durch das simultane Vorgehen Ressourcen gespart (z.B. Physiotherapie) oder eröffnet werden (z.B. freies Bett für den Zeitraum des sonst nötigen 2. Eingriffs) und so zusätzlich Ertrag verzeichnet werden. Eine genaue Analyse dieser Umstände liegt bisher in der deutschen Literatur noch nicht vor und stellt sowohl für Kliniken als auch für das Gesundheitssystem einen interessanten Aspekt dar.

Della Valle et al. (2003) nahmen die Kürzung der Erlöse für einen 2. totalen Gelenkersatz innerhalb von 90 Tagen von Medicare im Jahr 1992 zum Anlass, das operative Verhalten der Kliniken und Ärzte retrospektiv für die Zeiträume 10/90 bis 09/91 und 10/93 bis 09/94 näher

zu betrachten. Da durch die Kürzungen vor allem der direkte Erlös für den behandelnden Arzt betroffen war, vermuteten sie eine Abnahme der simultanen Operationen und eine Zunahme der sequentiellen. Das Ergebnis zeigte allerdings andere Tendenzen. Die Durchführung der totalen Knieendoprothetik in der Gesamtheit war um 64% gestiegen. Die leichte Zunahme der simultanen und die geringe Abnahme der sequentiellen Verfahren erwiesen sich als nicht signifikant. Die Einstellung der Ärzte gegenüber dem simultan bilateralen Gelenkersatz wurde durch die Änderung der Vergütung somit kaum beeinflusst. Jedoch wurden insgesamt im 2. Untersuchungsjahr (93-94) mehr Operationen durchgeführt, sodass die geplante Kostenreduktion durch Kürzung der Arzthonorare für Medicare zur Kostensteigerung geführt hatte. Um ihr Einkommen zu halten operierten die Ärzte mehr Patienten, für den Kostenträger fielen allerdings auch alle damit verbundenen Nebenkosten (Anästhesie, stationäre Pflege, Verbandsmaterialien,...) in erhöhten Ausmaß an. So eine mögliche Theorie der Autoren zur beschriebenen Entwicklung. Alternative Ideen zur Erklärung des Zuwachses um 64% bestanden in der Zunahme der Medicare-Versicherten oder aber auch in einer möglichen Unterversorgung 1991 und einer an die Bedürfnisse zum Gelenkersatz angepassten Versorgung im Jahr 1994.

Je nach Gesundheitssystem war der Patient selbst in unterschiedlich großem Ausmaß persönlich finanziell von seiner Behandlung betroffen. In ihrer Studie aus dem Jahr 2004 untersuchten March et al. die „out of pocket“-Kosten von Probanden mit bilateraler und unilateraler Knieendoprothetik im ersten postoperativen Jahr und stellten dabei mit \$470,75 in der bilateralen im Vergleich zu \$621,01 in der unilateralen Gruppe eine geringere Belastung bei beidseitigem Vorgehen fest. Nebenbefundlich ergab sich für erstere zusätzlich ein besseres funktionelles Outcome, gemessen mittels SF-36, ein Jahr postoperativ.

5.5.2. Erlöse der Rehabilitation

Im Gegensatz zu der in vielen ausländischen Studien nur bei Bedarf durchgeführten stationären Rehabilitation gehört sie im deutschen Gesundheitssystem zum Standard nach Implantation einer Kniegelenksendoprothese.

Aufgrund der meist längeren Krankenhausaufenthalte in deutschen Kliniken im Vergleich zu den zahlreichen amerikanischen Studien (siehe Tabelle 17), in welchen sich der Krankenhausaufenthalt allein auf den perioperativen Zeitraum beschränkte und eine vollständige Genesung ambulant erfolgen musste, gestaltete sich der Aufenthalt in der Rehabilitationsklinik mit anderen Voraussetzungen und mit möglicherweise anderen

Zielstellungen. Kostentechnisch stand die Rehabilitation in Deutschland nicht in Zusammenhang mit dem Erlös des vorbehandelnden Krankenhauses. Verwendet wurde größtenteils ein DRG-ähnliches System mit Zahlung von fachgebietsbezogenen Fallpauschalen, nur in seltenen Fällen erfolgte eine Vergütung über Tagespflegesätze. Die Rücksprache mit den die Studienpatienten behandelnden Rehabilitationseinrichtungen ergab dabei, dass im Rahmen der Erlösberechnung kein Unterschied zwischen einseitig bzw. beidseitig operierten Patienten gemacht wurde. Dies bedeutete entweder eine Leistungseinbuße für den Patienten, indem er die Behandlungen von einem Knie auf beide aufgeteilt erhielt, oder eine finanzielle Einbuße für die durchführende Klinik, welche somit bei 2 zu behandelnden Knien mehr Leistung bei gleicher Vergütung erbringen musste. Da bestimmte Übungen zeitgleich für beide Beine wirkten, wie z.B. das Gehtraining, war die reine Verdopplung des Behandlungsaufwandes nicht anzunehmen. Dieses Argument belegten auch die Studienergebnisse von Stanley et al. (1990), welche eine 25%ige Einsparung der Zeit mit einem Physiotherapeuten ergaben. Auch Zeni et al. (2010) schlussfolgerten nach ihrem Vergleich zwischen bilateralen und unilateralen Kniegelenkersatz, dass die beidseits versorgten Patienten nicht mehr Physiotherapie für ein vergleichbares Outcome benötigten.

Dennoch stellte das simultan bilaterale Verfahren vom ökonomischen Ertrag her, aber auch vom funktionellen Ertrag des Patienten während seines Aufenthaltes her keine Motivation für die Klinikunternehmen dar, dieses Vorgehen zu befürworten oder zu fördern.

5.6. Nationaler und internationaler Vergleich

5.6.1. Fazit aus der deutschlandweiten Orthopädeumfrage

Das Gesamtbild bezüglich der Durchführung eines simultanen oder sequentiellen Vorgehens überraschte nach vorheriger Literaturrecherche nicht und stellte eine weitere Bestätigung für die Vermutung dar, dass die simultan bilaterale Implantation von Knieendoprothesen in Deutschland sehr zurückhaltend angeboten bzw. durchgeführt wurde. Bereits eine grobe Analyse der Publikationen und wissenschaftlicher Artikel zum Thema beidseitige Knieendoprothetik lieferte für ein einzeitiges Verfahren wenig deutschsprachige Artikel bzw. Autoren (siehe Tabelle 1). Dennoch war das Ergebnis der Umfrage von Bedeutung, da es die zunächst nur auf die Literatur gestützte Vermutung, simultan bilateraler Kniegelenkersatz stecke in Deutschland noch in den Kinderschuhen, mit Zahlen untermauerte. Und obwohl die mangelnde Genauigkeit der erfassten Patientenzahlen die Validität der

Auswertungsergebnisse schmälerste, ermöglichten die gewonnen Kennwerte doch eine erste Analyse der Stellung Deutschlands in Bezug auf eine bilaterale Knieprothesenversorgung im internationalen Vergleich, welcher sonst mangels des noch fehlenden deutschen Endoprothesenregisters überhaupt nicht möglich gewesen wäre.

5.6.2. national – wo stehen Jena und Halle im deutschlandweiten Vergleich

Vor dem internationalen Vergleich der gesammelten deutschen Daten war die Analyse der Stellung des für die Dissertation verwendeten Patientengutes innerhalb der gewonnenen Ergebnisse von Bedeutung.

Es war zu erkennen, dass die Kliniken mit ihrer KTEP-Zahl gesamt in der unteren Hälfte der Datenmenge, unterhalb des Medians von 200 pro Jahr, lagen. Bezüglich dieses Aspektes durfte jedoch die von mehreren Autoren (Wei et al. 2010, Katz et al. 2004, Hervey et al. 2003) erläuterte Beziehung zwischen Erfahrung und Anzahl der Operationen des Operators und dem Outcome des Gelenkersatzes fälschlicherweise nicht überinterpretiert werden, da die Operateure der vorliegenden Untersuchung eine langjährige Erfahrung in der Knieendoprothesenimplantation besaßen. Es galt außerdem zu beachten, dass der in den genannten Quellen erläuterte Aspekt, sich nur auf unilaterale KTEP-Implantation bezog, während für einen solchen Zusammenhang bezüglich der simultan bilateralen Versorgung keine spezifischen Untersuchungen in der internationalen Literatur zu finden waren. Zudem trug auch die in den Kliniken routinemäßig eingesetzte Navigation des Implantationsvorgangs zur Präzisierung des Ergebnisses bei.

	Anteil der simultanen Patienten	Anteil der sequentiellen Patienten
Jena	8%	4%
Halle	2,67%	4%
Jena + Halle	4,8%	4%

Tabelle 19: Anteile der beidseitig operierten Patienten nach Verfahren und Klinik unterteilt

Unter Betrachtung des Verhältnisses der Anteile von simultan und sequentiell operierten Patienten (siehe Tab 19) wurden in Jena im Zeitraum von Februar 2007 bis einschließlich Dezember 2011 doppelt so viele beidseits betroffene Patienten simultan in einer Sitzung operiert (8%) als sequentiell innerhalb von 2 Jahren (4%). Dieser Fakt stand im eindeutigen Gegensatz zu den in der Orthopädienumfrage erfassten deutschlandweiten Daten, bei denen der Anteil der zweizeitigen Patienten (9,1%) mehr als 3mal so groß war wie für die einzeitige

Versorgung (2,67%). Auch wenn es sich bei den erhobenen Daten um eine Momentaufnahme handelte, welche bei Betrachtung über einen längeren Zeitraum eindeutig Größenschwankungen unterworfen war, so reichten diese mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht aus um das vollkommen umgekehrte Verhältnis der beiden Gruppen auszugleichen.

Das Bergmannstrost-Klinikum Halle zeigte noch eine ähnliche Verteilung der Anteile wie die aus den gesamten deutschen Umfragen ermittelten, jedoch bestand hier eine andere Relation der Anteile zueinander. Die Gruppe der sequentiellen Patienten (4%) wies nicht einmal mehr doppelt so viele Probanden auf wie den simultanen (2,67%).

Obwohl die Einschränkung durch die kleine Datenmenge gegeben war, ließ sich aus den Daten jedoch erkennen, dass die simultan bilaterale Versorgung mit Knie totalendoprothesen in den beiden Kliniken auf dem Vormarsch war. Bei Erfüllen der nötigen Kriterien (sowohl bezüglich des Willen des Patienten als auch internistisch und anästhesiologisch) und auf beiden Seiten unabhängig gestellter OP-Indikation wurde sie aufgrund der vielen positiven Effekte und der insgesamt guten Ergebnisse, welche die vorliegende Arbeit u.a. darstellen sollte, und dennoch unter kritischer Abwägung gegenüber den damit einhergehenden Risiken, sogar bevorzugt durchgeführt. Damit gehörten die beiden Häuser dem eher kleinen Teil deutscher Kliniken an, welche einen in Fachkreisen immer noch rege diskutierten simultan bilateralen Kniegelenkersatz anboten. In der zur Dissertation gehörenden Umfrage waren dies nur 19,4% (7 von 36), in Bezug auf ein Verfahren, welches in der englischsprachigen Literatur bereits seit den 90ern kontinuierlich untersucht und diskutiert wurde (Ritter et al. 1997, Lane et al. 1997).

5.6.3. Internationaler Vergleich anhand britischer und amerikanischer Fallzahlen

Valide Daten zur Art und Weise der beidseitigen Totalendoprothesenversorgung existierten, mangels des in Deutschland noch fehlenden Endoprothesenregisters zum Zeitpunkt der Datenerhebung, noch nicht. Somit konnten zwar die Fallzahlen der DRG-Statistik, wie sie im Abschnitt Epidemiologie für die Implantation einer Knie totalendoprothese genannt wurden, mit denen anderer Länder ins Verhältnis gesetzt werden, jedoch konnte in Bezug auf den bilateralen Ersatz ein Vergleich nur mit Hilfe der durch die Umfrage ermittelten Anteile und auch damit lediglich in Ansätzen geführt werden.

Die Fülle der englischsprachigen Literatur zum Thema, die darin enthaltenen teilweise sehr hohen Fallzahlen sowohl bilateral (Lombardi et al. 2001, Pavone et al. 2004,

Shetty et al. 2010, Shin et al. 2010) als auch unilateral (Lombardi et al. 2001, Shin et al. 2010) und der dagegen geringe Einsatz des einzeitig beidseitigen Kniegelenkersatzes in Deutschland ließ das Argument aufkommen, dass die Endoprothesenimplantation im Allgemeinen als auch bezüglich des zu untersuchenden Verfahrens im Ausland in höherem Maße praktiziert wurde. Ein genaueres Hinsehen und der direkte Zahlenvergleich zwischen Deutschland, dem United Kingdom und den USA waren lohnenswert und relativierten diesen auf den ersten Blick enorm empfundenen Unterschied. Zum Datenvergleich wurden die Angaben des jährlichen Berichts des National Joint Registry für England und Wales aus den Jahren 2007 bis 2011 (NJR centre, e4) (siehe Tab. 20) sowie Angaben über die Prozedurraten in den USA des National Center for Health Statistics (e5) genutzt.

Jahr	primary TKR in total in the UK	Number of bilateral procedures	Percentage of bilateral procedures
2009	66.086	941	1,42%
2010	69.649	988	1,42%
2011	72.126	994	1,38%

Tabelle 20: Daten des 9th, 8th und 7th Annual Report des NJR für England und Wales

	Deutschland		USA		England und Wales	
	KTEP-Impl. gesamt	KTEP-Impl. /10.000 Einw.	KTEP-Impl. Gesamt	KTEP-Impl. /10.000 Einw.	KTEP-Impl. gesamt	KTEP-Impl. /10.000 Einw.
2007	146.562	17,8	543.000	18,1	62.261	10,2
2008	154.722	18,9	645.000	21,3	64.924	10,6
2009	159.137	19,5	676.000	22,1	66.086	10,7
2010	158.100	19,3	719.000	23,3	69.649	11,1

Tabelle 21: Vergleich der KTEP-Implantationsraten

(Daten des National Center for Health Statistics; deutsche Daten aus der DRG-Statistik und der Annual Reports des NJR für England und Wales, Rate jeweils auf Grundlage der durch das statistische Bundesamt genannten Bevölkerungszahl)

Mit Hilfe der in Tabelle 21 aufgeführten Daten über die Anzahl durchgeführter Totalendoprothesenimplantationen in den 3 Ländern ließ sich das Argument einer höheren Prozedurenrate für den Gelenkersatz im Ausland insgesamt nur für Amerika bestätigen, wo die Gesamtzahl der implantierten Knie totalprothesen ca. das 4fache des deutschen Wertes betrug, während England und Wales nur knapp die Hälfte der hiesigen Angaben erreichte. Für eine bessere Vergleichbarkeit der Daten mussten allerdings die Raten pro 10.000

Einwohner gewählt werden, da aufgrund der Größe vor allem der USA im Verhältnis zu Deutschland keine verwertbare Relation der Gesamtangaben bestand. Aber auch im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung lagen die USA noch vor Deutschland, wobei ihre jährliche Implantationsanzahl pro 10.000 Einwohner im Verlauf 2007 bis 2010 um 0,3 bis 4,0 Implantationen höher war als in Deutschland und den Wert von England und Wales nahezu verdoppelte.

Während Deutschland somit vor England führend in der Endoprothesenimplantation schien, ergab die Betrachtung der bilateralen Operationen ein kritischeres Ergebnis. Das NJR ließ eine Implantation nur als beidseitig gelten, wenn beide in einer Operation verschlüsselt worden waren, womit das simultane Vorgehen dargestellt wurde. Eine Rate von gut 1% erschien deutlich kleiner gegenüber dem Median der erfassten deutschen Daten von 2,67%. Jedoch beruhte dieser statistische Wert nur auf der Prothesenanzahl der Kliniken aus der deutschlandweiten Umfrage, welche eine simultan bilaterale Versorgung anboten, während der britische Wert den Anteil an der gesamten landesweiten Implantation von Knie-Totalendoprothesen maß. Ein valider Vergleich war damit nicht möglich.

Es war aber festzuhalten, dass für einen vergleichbaren Anteil an beidseitigen Implantationen, nämlich 1%, in Deutschland über 1500 Patienten pro Jahr einzeitig versorgt werden müssten. Aus der Addition der Umfragedaten an großen deutschen Kliniken ergab sich ein Wert von 173 Patienten. Obwohl diese Angabe nicht das gesamte simultan bilateral operierte Patientengut in Deutschland darstellte, war es zweifelhaft, dass in der Gesamtheit deutscher Kliniken, zu welcher auch alle Häuser zählten, welche das einzeitig beidseitige Verfahren gar nicht anboten oder die Voraussetzungen dafür nicht erfüllten, ein Wert von über 1500 beidseitig mit Knie-TEP versorgten Patienten pro Jahr zustande kommen würde. Selbstverständlich hatten viele Faktoren Einfluss die ermittelten Daten. Sei es die Bevölkerungsstruktur an sich, welche in den USA durch einen erhöhten Anteil adipöser Menschen gekennzeichnet war (nach WHO-Daten 2010, e11) und somit einen der wichtigsten ätiologischen Faktoren der Gonarthrose verkörpert, oder das Gesundheitssystem der jeweiligen Länder (Planwirtschaft im UK, Marktwirtschaft in den USA und der Sozialstaat Deutschland) als auch die vorherrschenden operativen Standards. Zusammenfassend lässt sich auf Grundlage der obigen Darstellung sagen, dass in Deutschland, obwohl die Totalendoprothesenimplantation am Kniegelenk stetig zunimmt, der Einsatz des simultan bilateralen Gelenkersatzes noch weit hinter dem Ausland liegt.

6. Schlussfolgerung

Die Zahlen des statistischen Bundesamtes aber auch die Beobachtung der operativen Praxis zeigen, dass die Gonarthrose eine konstante Größe in der orthopädisch-unfallchirurgischen Klinik darstellt und somit auch in den kommenden Jahren ein Thema bleibt, mit welchem es sich zu befassen gilt. Trotz des positiven Trends im perioperativen und funktionellen Outcome der Kniegelenksendoprothetik über die Jahre und der Etablierung der Prothesenimplantation als routinierter Eingriff, existiert noch immer Optimierungspotential. Jede Operation stellt eine physische und psychische Belastung für den Patienten dar, wofür das Verfahren der simultan bilateralen Totalendoprothesenimplantation am Kniegelenk die Chance zur Verminderung beinhaltet.

Voraussetzung für die Durchführung stellt, wie auch in dieser Arbeit beschrieben, die beidseitig symptomatische Gonarthrose mit ausgeschöpfter konservativer Therapie dar, welche in der Literatur nicht immer explizit genannt wurde. Dafür fanden sich explizite Ausschlusskriterien als Zeichen der strengeren Patientenselektion aufgrund der teilweise größeren akut einwirkenden Belastung auf den Organismus. Dennoch verzeichnen ausländische Autoren eine größere Patientenzahl als deutsche Kliniken. Allerdings sind die wenigsten Patienten mit beidseitiger schwerer Gonarthrose nahezu kerngesund, sodass auch in unserem Patientengut knapp die Hälfte der simultan bilateral Operierten einer ASA 3 bis 4 zugeordnet wurden. Jedoch unterschied sich einzig die postoperative Anämie in dieser Gruppe signifikant vom gestaffelten Verfahren. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen damit, dass bestehende Komorbiditäten kein Ausschlusskriterium für das einzeitige Verfahren darstellen müssen. Der simultan beidseitig operierte Patient muss nicht zwanghaft gesünder sein als für ein unilaterales Verfahren. Durch die Optimierung der perioperativen Umstände und des Monitorings kann das operative Risiko in einem bestimmten Rahmen vermindert werden. Es sollte allerdings stets die Risiko-Nutzen-Relation patientenindividuell betrachtet werden, wie zum Beispiel die Leistungsfähigkeit eines Patienten mit lebensbedrohlicher systemischer Erkrankung (entsprechend ASA 4), damit der endoprothetische Nutzen der Schmerzlinderung und Mobilitätssteigerung das operative Risiko überwiegt.

Auch der Wille des Patienten spielt bei der Wahl des Verfahrens eine entscheidende Rolle mit weittragenden Auswirkungen, da die Compliance und das eigene Engagement beim bilateralen Gelenkersatz von noch größerer Bedeutung für das funktionell Outcome und die Zufriedenheit der Patienten sind als bei einseitiger Operation. In unserer Untersuchung zeigte sich eine Verbesserung aller Subskalen des KOOS als Indiz für Beschwerdelinderung,

Mobilitätssteigerung und Verminderung der Einschränkung der Patienten postoperativ. Trotz des fehlenden signifikanten Unterschiedes in den postoperativen Daten des KOOS-Fragebogens überwog die Zufriedenheit und Wiederwahlquote der Patienten in unserer Befragung in der simultanen Gruppe, allerdings nicht signifikant, als mögliche Folge der Vorteile, welche den Patienten durch die Komprimierung der Operation und Rehabilitation beider Kniegelenke auf einen Zeitpunkt ermöglicht werden.

Auch für die Klinik eröffnet der simultan bilaterale Gelenkersatz Möglichkeiten der Ressourcenoptimierung. Sei es in Bezug auf den medikamentösen und personellen Aufwand oder in Hinblick auf die Bettenverfügbarkeit. Allerdings gestaltet sich die Verminderung des Erlöses für Krankenhäuser und Rehabilitationseinrichtungen aktuell anscheinend in stärkerem Ausmaß als die der Ressourcen und stellt sich somit rein von den Fallpauschalen als wenig lohnenswert dar. Auf die Kosten für das Gesundheitssystem hingegen wirkt sich die einzeitige Operation positiv aus. Weitere ausführlichere Aufschlüsselungen sind notwendig um den finanziellen Aspekt des simultan bilateralen Kniegelenkersatzes zu konkretisieren.

Die simultan bilaterale Totalkniegelenksendoprothetik stellt für Patienten mit symptomatischer beidseitiger Gonarthrose eine vertretbare Alternative zum bisher vermehrt angewendeten sequentiellen bzw. gestaffelten Verfahren dar, welche in der vorliegenden Untersuchung sowohl im perioperativen als auch im späteren funktionellen Outcome und der Patientenzufriedenheit überzeugte. Die durch entsprechende Sorgfalt bei Indikationsstellung, Patientenselektion und perioperativen Management erreichte Risikominimierung macht das Verfahren mindestens vergleichbar mit dem sequentiellen Vorgehen und in einzelnen Punkten diesem sogar überlegen.

7. Literaturverzeichnis

- Adili A, Bhandari M, Petruccelli D, de Beer J. 2001. Sequential bilateral total knee arthroplasty under 1 Anesthetic in patients ≥ 75 years old. J Arthroplasty, 16 (3): 271-278
- Appleton P, Moran M, Houshian S, Robinson CM. 2006. Distal femoral fractures treated by hinged total knee replacement in elderly patients. J Bone Joint Surg, 88B (8): 1065-1070
- Bell TH, Berta D, Ralley F, MacDonald SJ, McCalden RW, Bourne RB, Rorabeck CH, Naudie DDR. 2009. Factors affecting perioperative blood loss and transfusion rate in primary total joint arthroplasty: a prospective analysis of 1642 patients. Can J Surg, 52 (4): 295-301
- Benjamin J, Tucker T, Ballesteros P. 2001. Is Obesity a Contraindication to Bilateral Total Knee Arthroplasties Under one Anesthetic?. Clin Orthop Relat Res, 392: 190-195
- Bergschmidt P, Bader R, Finze S, Ansorge S, Kundt G, Mittelmeier W. 2008. Bikondylärer Oberflächenersatz - Einfluss präoperativer Funktionseinschränkungen auf das frühfunktionelle postoperative Outcome. Z Orthop Unfall, 146: 344-351
- Bezwada HP, Nazarian DG, Booth Jr RE. 2003. Simultaneous revision and contralateral primary total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg, 85-A (10): 1993-1998
- Bolognesi MP, Marchant Jr MH, Viens NA, Cook C, Pietrobon R, Parker T. 2008. The Impact of Diabetes on Perioperative Patient Outcomes after Total Hip and Total Knee Arthroplasty in the United States. J Arthroplasty, 23 (6): 92-98
- Bolognesi MP, Watters TS, Attarian DE, Wellman SS, Setoguchi S. 2013. Simultaneous vs. Staged Bilateral Total Knee Arthroplasty Among Medicare Beneficiaries, 2000-2009. J Arthroplasty, 28 (1): 87-91
- Bottner F, Pavone V, Johnson T, Heitkemper S, Sculco TP. 2003. Blood management after bilateral total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res, 410: 254-261
- Bould M, Freeman BJC, Pullyblank A, Newman JH. 1998. Blood Loss in Sequential Bilateral Total Knee Arthroplasty. J Arthroplasty, 13 (1): 77-79
- Bullens PHJ, van Loon CJM, de Wal Malefijt MC, Laan RFJM, Veth RPH. 2001. Patient Satisfaction after Total Knee Arthroplasty - A Comparison Between Subjective and Objective Outcome Assessments. J Arthroplasty, 16 (6): 740-747
- Bullock DP, Sporer SM, Shirreffs Jr TG. 2003. Comparison of simultaneous bilateral with unilateral total knee arthroplasty in terms of perioperativ complications [Abstract]. J Bone Joint Surg, 85-A (10): 1981-1986

- Coggon D, Croft P, Kellingray S, Barrett D, McLaren M, Cooper C. 2000. Occupational Physical Activities and osteoarthritis of the knee. *Arthritis & Rheumatism*, 43 (7): 1443-1449
- Cohen RG, Forrest CJ, Benjamin JB. 1997. Safety and Efficacy of bilateral total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 12 (5): 497-502
- De Guia N, Zhu N, Keresteci M, Shi JE. 2006. Obesity and Joint Replacement Surgery in Canada: Findings from the Canadian Joint replacement registry (CJRR). *Healthcare Policy*, 1 (3): 36-43
- Debrunner AM. 1994. Knorpel und Gelenk In: *Orthopädie, orthopädische Chirurgie – Störungen des Bewegungsapparates in Klinik und Praxis*. Dritte vollständig überarbeitete Aufl. Bern: Hans Huber Verlag
- Della Valle CJ, Idjady J, Hiebert RN, Jaffe WL. 2003. The Impact of Medicare Reimbursement Policies on Simultaneous Bilateral Total Hip and Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*, 18 (1): 29-34
- Dennis DA. 2004. Debate: Bilateral Simultaneous Total Knee Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 428: 82-83
- Diduch DR, Insall JN, Scott WN, Scuderi GR, Font-Rodriguez D. 1997. Total Knee Replacement in Young, Active Patients - long-term follow up and functional outcome. *J Bone Joint Surg*, 79-A (4): 575-582
- Engelhardt M. 2003. Epidemiologie der Arthrose in Westeuropa. *Deutsche Zeitschr. Für Sportmedizin*, 54 (6): 171-175
- Ersozlu S, Akkaya T, Ozgur AF, Sahin O, Senturk I, Tandogan R. 2008. Bilateral staged total knee arthroplasty in obese patients. *Arch Orthop Trauma Surg*, 128: 143-148
- Farquhar S, Snyder-Mackler L. 2010. The Chitranjan Ranawat Award - The Nonoperated Knee Predicts Function 3 years after Unilateral Total Knee Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 468: 37-44
- Felson DT, Zhang Y, Anthony JM, Naimark A, Anderson JJ. 1992. Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis in women. The Framingham Study [Abstract]. *Ann Intern Med.*, 116 (7): 535-539
- Felson DT. 1990. The Epidemiology of Knee Osteoarthritis: Results from the Framingham Osteoarthritis Study. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 20 (3): 42-50
- Fick D, Crane T, Shakespeare D. 2002. A comparison of bilateral vs. unilateral total knee arthroplasty mobilised using a flexion regime. *The Knee*, 9: 285-289

- Foran JRH, Mont MA, Rajadhyaksha AD, Jones LC, Etienne G, Hungerford DS. 2004. Total Knee Arthroplasty in Obese Patients. J Arthroplasty, 19 (7): 817-824
- Forster MC, Bauze AJ, Bailie AG, Falworth MS, Oakeshott RD. 2006. A retrospective comparative study of BTKR staged at a one-week interval. J Bone Joint Surg, 88-B (8): 1006-1010
- Gerich T, Bosch U, Schmidt E, Lobenhoffer P, Krettek C. 2001. Kniegelenksendoprothetik nach Tibiakopffraktur - mittelfristige Ergebnisse einer Kohortenanalyse. Unfallchirurg, 104: 414-419
- Grotle M, Hagen KB, Natvig B, Dahl FA, KvienTK. 2008. Obesity and osteoarthritis in knee, hip and/or hand: An epidemiological study in the general population with 10 years follow-up. BMC Musculoskeletal Disorders, 9 (132)
- Günther KP, Puhl W, Brenner H, Stürmer T. 2002. Klinische Epidemiologie von Hüft- und Kniegelenksarthrosen - Übersicht über die Ergebnisse der „Ulmer Osteoarthrose-Studie“. Z Rheumatol, 61: 244-249
- Hackenbroch MH, Hrsg. 2002. Arthrosen – Basiswissen zu Klinik, Diagnostik und Therapie. Erste Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Harvey EJ, Leclerc J, Brooks CE, Burke DL. 1997. Effect of tourniquet use on blood loss and incidence of Deep Vein Thrombosis in Total Knee Arthroplasty. J Arthroplasty, 12 (3): 291-296
- Heisel J, Jerosch J. 2007. Rehabilitation bei Gonarthrose und nach Kniegelenksersatz. Fortbildung Traumatologie, Orthopädie, 12: 125-130
- Hepp P, Klima S, von Dercks N, Marquass B, Jung H, Josten C. 2012. Knieendoprothetik bei posttraumatischer Arthrose. Z Orthop Unfall, 150: 374-380
- Hersekli MA, Akpınar S, Özkoc G, Özalay M, Uysal M, Cesur N, Tandogan RN. 2004. The timing of tourniquet release and its influence on blood loss after total knee arthroplasty. Internatioanl Orthopedics, 28: 138-141
- Hervey SL, Purves HR, Guller U, Toth AP, Vail TP, Pietrobon R. 2003. Provider volume of total knee arthroplasties and patient outcomes in HCUP-Nationwide inpatient sample. J Bone Joint Surg, 85-A (9): 1775-1783
- Hooper GJ, Hooper NM, Rothwell AG, Hobbs T. 2009. Bilateral Total Joint Arthroplasty - The Early Results from the New Zealand National Joint Registry. J Arthroplasty, 24 (8): 1174-1177

- Horne G, Devane P, Adams K. 2005. Complications and outcomes of single-stage bilateral total knee arthroplasty. ANZ J Surg., 75: 734-738
- Huotari K, Lyytikäinen O, Seitsalo S. 2007. Patient outcomes after simultaneous bilateral total hip and knee joint replacements. J of Hospital Infection, 65: 219-225
- Hutchinson JRM, Parish EN, Cross MJ. 2005. A comparison of bilateral uncemented total knee arthroplasty - simultaneous or staged? J Bone Joint Surg, 88-B (1): 40-43
- Jain S, Wasnik S, Mittal A, Sohoni S, Kasture S. 2013. Simultaneous bilateral total knee replacement: a prospective study of 150 patients. Journal of Orthopaedic Surg, 21 (1): 19-21
- Jenny JY, Trojani C, Prudhon JL, Vielpeau C, Saragaglia D, Houillon C, Ameline T, Steffan F, Bugnas B, Arndt J. 2013. Simultaneous bilateral total knee arthroplasty. A multicenter feasibility study. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 99: 191-195
- Jerosch J, Floren M. 2000. Lebensqualitätsgewinn (SF36) nach Implantation einer Knieendoprothese. Unfallchirurg, 103: 371-374
- Jerosch J, Fuchs S, Heisel J. Knieendoprothetik - eine Standortbestimmung. Deutsches Ärzteblatt, 94 (8): A-449 - A-455
- Katz JN, Barrett J, Mohamed NN, Baron JA, Wright RJ, Losina E. 2004. Association between hospital and surgeon procedure volume and the outcomes of total knee replacement. J Bone Joint Surg, 86-A (9): 1909-1916
- Kessler S, Lang S, Puhl W, Stöve J. 2003. The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score - ein Funktionsfragebogen zur Outcomemessung in der Knieendoprothetik. Orthopäde, 141: 277-282
- Kilian U. 2003. Kniegelenksendoprothese zur primären Therapie der intraartikulären Tibiakopffraktur im höheren Alter. Unfallchirurg, 106: 1046-1050
- Kim YH, Choi YW, Kim JS. 2009. Simultaneous bilateral sequential total knee replacement is as safe as unilateral total knee replacement. J Bone Joint Surg, 91-B (1): 64-68
- Kim YH, Kim DY, Kim JS. 2007. Simultaneous mobile- and fixed-bearing total knee replacement in the same patients. J Bone Joint Surg, 89-B (7): 904-910
- Kim YH, Yoon SH, Kim JS. 2007. The long-term results of simultaneous fixed-bearing and mobile-bearing total knee replacements performed in the same patient. J Bone Joint Surg, 89-B (10): 1317-1323

- Kurtz S, Mowat F, Ong K, Chan N, Lau E, Halpern M. 2005. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002. *J Bone Joint Surg*, 87A (7): 1487-1497
- Lane GJ, Hozack WJ, Shah S, Rothman RH, Booth Jr. RE, Eng K, Smith P. 1997. Simultaneous bilateral vs. Unilateral total knee arthroplasty - outcomes analysis. *Clin Orthop Relat Res*, 345: 106-112
- Leitch KK, Dalgorf D, Borkhoff CM, Kreder HJ. 2005. Bilateral total knee arthroplasty - staged or simultaneous? Ontario's orthopedic surgeons reply. *Can J Surg*, 48 (4): 273-276
- Leonard L, Williamson DM, Ivory JP, Jennison C. 2003. An Evaluation of the Safety and Efficacy of Simultaneous Bilateral Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*, 18 (8): 972-978
- Li B, Wen Y, Wu H, Qian Q, Lin X, Zhao H. 2008. The effect of tourniquet use on hidden blood loss in total knee arthroplasty. *International Orthopedics*, 33: 1263-1268
- Liu TK, Chen SH. 1998. Simultaneous bilateral total knee arthroplasty in a single procedure. *International Orthopedics*, 22: 390-393
- Lombardi AV, Mallory TH, Fada RA, Hartman JF, Capps SG, Kefauver CA, Dodds K, Adams JB. 2001. Simultaneous Bilateral Total Knee Arthroplasties - Who Decides? *Clin Orthop Relat Res*, 392: 319-329
- Luscombe JC, Theivendran K, Abudu A, Carter SR. 2009. The relative safety of one-stage bilateral total knee arthroplasty. *International Orthopaedics*, 33: 101-104
- Macario A, Schilling P, Rubio R, Goodman S. 2003. Economics of One-Stage versus Two-Stage Bilateral Total Knee Arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res*, 414: 149-156
- MacGillivray RG, Tarabichi SB, Hawari MF, Raoof NT. 2010. Tranexamic Acid to Reduce Blood Loss After Bilateral Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*, 26 (1): 24-28
- Malinzak RA, Ritter MA, Berend ME, Meding JB, Olberding EM, Davis KE. 2009. Morbidly Obese, Diabetic, Younger, and Unilateral Joint arthroplasty have elevated Total Joint Arthroplasty Infection Rates. *J Arthroplasty*, 24 (6): 84-88
- Malviya A, Reed MR, Parington PF. 2011. Acute primary total knee arthroplasty for peri-articular knee fractures in patients over 65 years of age. *Injury, Int J Care Injured*, 42: 1368-1371
- Mangaleskar SR, Prasad PSV, Chugh S, Thomas AP. 2001. Staged bilateral total knee replacement - a safer approach in older patients. *The Knee*, 8: 207-211
- Maniar RN, Baviskar JV, Singhi T, Maniar P, Nayak P. 2013. Influence of bilateral sequential total knee arthroplasty on functional recovery. *Indian J Orthop*, 47 (1): 23-30

- Mantilla CB, Horlocker TT, Schroeder DR, Berry DJ, Brown DL. 2003. Risk Factors for Clinically Relevant Pulmonary Embolism and Deep Venous Thrombosis in Patients Undergoing Primary Hip or Knee Arthroplasty. *Anesthesiology*, 99: 552-560
- March LM, Cross M, Tribe KL, Lapsley HM, Courtenay BG, Cross J, Brooks PM, Cass C, Coolocan M, Neil M, Pinczewski L, Quain S, Robertson F, Ruff S Walther W, Zicat B. 2004. Two knees or not two knees? Patient costs and outcomes following bilateral and unilateral total knee joint replacement surgery for OA, OsteoArthritis and Cartilage, 12: 400-408
- Marchant MH, Viens NA, Cook C, Parker T, Bolognesi MP. 2009. The Impact of Glycemic Control and Diabetes mellitus on Perioperative Outcomes after Total Joint Arthroplasty. *J Bone Joint Surg*, 91A (7): 1621-1629
- Martinek V. 2003. Anatomie und Pathophysiologie des hyalinen Knorpels. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (6): 166-170
- Marulanda GA, Ragland PS, Seyler TM, Mont MA. 2005. Reductions in blood loss with use of a bipolar sealer for hemostasis in primary total knee arthroplasty [Abstract]. *Surg Technol Int*, 14: 281-286
- Meehan JP, Danielsen B, Tancredi DJ, Kim S, Jamali AA, White RH. 2011. A Population-Based Comparison of the Incidence of Adverse Outcomes After Simultaneous-Bilateral and Staged-Bilateral Total Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg*, 93: 2203-2213
- Memtsoudis SG, Besculides MC, Reid S, Gaber-Baylis LK, Della Valle AG. 2009. Trends in bilateral total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res*, 467: 1568-1576
- Memtsoudis SG, Ma Y, Dell Valle AG, Mazumdar M, Gaber-Baylis LK, MacKenzie R, Sculco TP. 2009. Perioperative Outcomes after Unilateral and Bilateral Total Knee Arthroplasty. *Anesthesiology*, 111 (6): 1206-1216
- Memtsoudis SG, Mantilla CB, Parvizi J, Stundner O, Mazumdar M. 2013. Have Bilateral Total Knee Arthroplasties Become Safer - A Population-Based Trend Analysis. *Clin Orthop Relat Res*, 471: 17-25
- Memtsoudis SG. 2011. Bilateral Total Knee Arthroplasty - Risk Factors for Major Morbidity and Mortality. *Anesth Analg.*, 113 (4): 784-790
- Michael JWP, Schlüter-Brust KU, Eysel P. 2010. Epidemiologie, Ätiologie, Diagnostik und Therapie der Gonarthrose. *Deutsches Ärzteblatt*, 107 (9): 152-163

- Minns Lowe CJ, Barker KL, Dewey M, Sackley CM. 2007. Effectiveness of physiotherapy exercise after knee arthroplasty for osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMJ*, 335 (7624)
- Morrison JB. 1970. The mechanics of the knee joint in relation to normal walking. *J Biomechanics*, 3: 51-61
- Mounasamy V, Cuí Q, Brown TE, Saleh KJ, Mihalko WM. 2007. Primary TKA for a complex distal femur fracture in the elderly: a case report. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 17: 491-494
- Namba RS, Paxton L, Fithian DC, Stone ML. 2005. Obesity and Perioperative Morbidity in Total Hip and Total Knee Arthroplasty Patients. *J Arthroplasty*, 20 (7): 46-50
- Nau T, Erhart J, Pfliegerl E, Vécsei V. 2001. Primär endoprothetische Versorgung kniegelenksnaher Verletzungen. *Osteosynthese International*, 9: 75-77
- Noble J, Goodall JR, Noble DJ. 2009. Simultaneous Bilateral Total Knee Replacement: A persistent controversy. *The Knee*, 16: 420-426
- Nourissat G, Hoffman E, Hémon C, Rillardon L, Guigui P, Sauter A. 2006. Total knee arthroplasty for recent severe fracture of the proximal tibial epiphysis in the elderly subject [Abstract]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 92 (3): 242-247
- Oakes DA, Hanssen AD. 2004. Bilateral Total Knee Replacement Using the Same Anesthetic Is Not Justified by Assesment of the Risks. *Clin Orthop Relat Res*, 428: 87-91
- Odum SM, Troyer JL, Kelly MP, Dedini RD, Bozic KJ. 2013. A Cost-Utility Analysis Comparing the Cost-Effectiveness of Simultaneous and Staged Bilateral Total Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg*, 95-A (16): 1441-1449
- Pap G, Meinicke I. 2010. Ätiologie und Pathogenese der Gonarhtrose. In: Wirtz DC, Hrsg. *AE-Manual Endoprothetik Knie*. Auflage 2011. Heidelberg: Springer-Verlag, 33-46
- Parvizi J, Rasouli MR. 2012. Simultaneous-bilateral TKA. Double Trouble – affirms. *J Bone Joint Surg*, 94-B (11): 90-91
- Parvizi J, Sullivan TA, Trousdale RT, Lewallen DG. 2001. Thirty-day mortality after total knee arthroplasty [Abstract]. *J Bone Joint Surg*, 83-A (8): 1157-1161
- Patil N, Wakankar H. 2008. Morbidity and Mortality of Simultaneous Bilateral Total Knee Arthroplasty. *Orthopedics*, 31(8):780-789
- Pavone V, Johnson T, Saulog PS, SculcoTP, Bottner F. 2004. Perioperative Morbidity in Bilateral One-Stage Total Knee Replacements. *Clin Orthop Relat Res*, 421: 155-161

- Peat G, McCarney R, Croft P. 2001. Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Ann Rheum Dis*, 60: 91-97
- Poultsides LA, Memtsoudis SG, Vasilakakos T, Wanivenhus F, Do HT, Finerty E, Alexiades M, Sculco TP. 2013. Infection following Simultaneous Bilateral Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*, 28 (1): 92-95
- Powell RS, Pulido P, Tuason MS, Colwell CW, Ezzet KA. 2006. Bilateral vs Unilateral Total Knee Arthroplasty: A Patient-Based Comparison of Pain Levels and Recovery of Ambulatory Skills. *J Arthroplasty*, 21 (5): 642-649
- Prasad N, Padmanabhan V, Mullaji A. 2007. Blood loss in total knee arthroplasty: an analysis of risk factors. *International Orthopedics*, 31: 39-44
- Radmer S, Andresen R, Sparmann M. 2006. Einzeitiger bilateraler Kniegelenkersatz bei Patienten mit Rheumatoider Arthritis. *Z Orthop*, 144: 472-476
- Reuben JD, Meyers SJ, Cox DD, Elliott M, Watson M, Shim SD. 1998. Cost Comparison Between Bilateral Simultaneous, Staged, and Unilateral Total Joint Arthroplasty. *J Arthroplasty*, 13 (2): 172-179
- Ritter M, Mamlin LA, Melfi CA, Katz BP, Freund DA, Arthur DS. 1997. Outcome Implications for the Timing of Bilateral Total Knee Arthroplasties *Clin Orthop Relat Res*, 345: 99-105
- Ritter MA, Harty LD, Davis KE, Meding JB, Berend M. 2003. Simultaneous bilateral, staged bilateral and unilateral Total knee arthroplasty - A survival analysis. *J Bone Jont Surg*, 85-A (8): 1532-1537
- Ritter MA, Harty LD. 2004. Debate: Simultaneous Bilateral Knee Replacements - The Outcomes Justify Its Use. *Clin Orthop Relat Res*, 428: 84-86
- Roos E. 2003. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score. Department of Orthopedics. Lund University Hospital, Sweden
- Rosen AL, Strauss E. 2004. Primary Total Knee Arthroplasty for a Complex Distal Femur Fractures in Elderly Patients. *Clin Orthop Relat Res*, 425: 101-105
- Samama CM. 2004. A direct antifibrinolytic agent in major orthopedic surgery [Abstract]. *Orthopedics* 27 (6): 675-680
- Schneider S, Schmitt G, Mau H, Schmitt H, Richter W. 2005. Prävalenz und Korrelate der Osteoarthrose in der BRD. *Orthopäde*, 8: 782-790
- Stryker Howmedica Osteonics Corporation, Stryker Howmedica GmbH in Duisburg (Abb. 9, Oberflächenersatzprothese Scorpio mobile bearing)

- Sculco TP, Sculco PK. 2012. Simultaneous-bilateral TKA. Double Trouble – opposes. *J Bone Joint Surg*, 94-B (11): 93-94
- Sehat KR, Evans R, Newman JH. 2000. How much blood is really lost in total knee arthroplasty? Correct blood loss management should take hidden loss into account. *The Knee*, 7: 151-155
- Severson EP, Mariani EM, Bourne MH. 2009. Bilateral total knee arthroplasty in patients 70 years and older. *Orthopedics*, 32 (5)
- Shah K, Smith J, Jones B, Hullin M. 2007. Bilateral total knee replacement under a single anaesthetic, using a cementless implant is not unsafe. *Knee & Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15: 269-275
- Shetty GM, Mullaji A, Bhayde S, Vardapalli RC, Desai D. 2010. Simultaneous bilateral versus unilateral computer-assisted total knee arthroplasty: A prospective comparison of early postoperative pain and functional recovery. *The Knee*, 17: 191-195
- Shin YH, Kim MH, Ko JS, Park JA. 2010. The safety of simultaneous bilateral versus unilateral total knee arthroplasty: the experience in a Korean hospital. *Singapore Med*, 51 (1): 44-49
- Singhal R, Gudimetla V, Stewart A, Luscombe KL, Charalambous CP. 2012. Perioperative Care of a Patient with Refractory Idiopathic Thrombocytopenic Purpura Undergoing Total Knee Arthroplasty. *Knee Surg Relat Res*, 24 (4): 245-248
- Spahn G, Schiele R, Hofmann GO, Schiltenswolf M, Grifka J, Vatil T, Liebers F, Klinger HM. 2011. Die Prävalenz der radiologischen Gonarthrose in Bezug zu Lebensalter, Geschlecht, Jahrgangskohorte und ethnischer Zugehörigkeit. Eine Metaanalyse. *Z Orthop Unfall*, 149: 145-152
- Spector DT, Hart DJ, Doyle CV. 1994. Incidence and progression of osteoarthritis in women with unilateral knee disease in the general population: the effect of obesity. *Ann Rheum Dis*, 53: 565-568
- Spicer DDM, Pomeroy DL, Badenhausen WE, Schaper Jr LA, Curry JI, Suthers KE, Smith MW. 2001. Body mass index as a predictor of outcome in total knee replacement. *International Orthopedics*, 25: 246-249
- Stanley D, Stockley I, Getty CJM. 1990. Simultaneous or staged bilateral total knee replacements in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg*, 72B (5): 772-774

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. Fachserie 12 Reihe 6.2.2. Gesundheit
Diagnosedaten der Patienten und Patientinnen in Vorsorge- oder
Rehabilitationseinrichtungen für die Jahre 2007 bis 2011
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. Fachserie 12 Reihe 6.4 Gesundheit
Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-Statistik) Diagnosen, Prozeduren,
Fallpauschalen und Case Mix der vollstationären Patientinnen und Patienten in
Krankenhäusern für die Jahre 2007 bis 2012
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. Fachserie 12 Reihe 6.2.1. Gesundheit
Diagnosedaten der Patienten und Patientinnen in Krankenhäusern (einschl. Sterbe- und
Stundenfälle) für die Jahre 2000 bis 2011
- Stefánsdóttir A, Lidgren L, Robertsson O. 2008. Higher Early Mortality with Simultaneous
Rather than Staged Bilateral TKAs – Results From the Swedish Arthroplasty Register. Clin
Orthop Relat Res, 466: 3066-3070
- Stubbs G, Pryke SER, Tewari S, Rogers J, Crowe B, Bridgfoot L, Smith N. 2005. Safety and
cost benefits of bilateral total knee replacement in an acute hospital. ANZ J Surg., 75: 739-
746
- Stukenborg-Colsmann C, Wirth CJ. 2000. Knieendoprothetik - Klinische Aspekte.
Orthopäde, 29: 732-738
- Stürmer T, Günther KP, Brenner H. 2000. Obesity, overweight and patterns of
Osteoarthritis: the Ulm Osteoarthritis Study. Journal of Clinical Epidemiology, 53: 307-313
- Sun Y, Stürmer T, Günther KP, Brenner H. 1997. Inzidenz und Prävalenz der Cox- und
Gonarthrose in der Allgemeinbevölkerung. Z. Orthop., 135: 184-192
- Taylor BC, Dimitris C, Mowbray JG, Gaines ST, Steensen RN. 2010. Perioperative safety of
two-team simultaneous bilateral total knee arthroplasty in the obese patient. J Orthop
Surg Res, 5 (38)
- Taylor SJG, Walker PS, Perry JS, Cannon SR, Woledge R. 1998. The forces in the distal
femur and the knee during walking and other activities measured by telemetry. J
Arthroplasty, 13 (4): 428-437
- Theilmeier G, Coldewey SM. 2009. Perioperatives Risiko. In: Kochs E, Spies C, Adams HA,
Hrsg. Anästhesiologie. Zweite vollständig überarbeitete Aufl. Stuttgart: Georg Thieme
Verlag, 570-579
- Tria AJ, Coon TM. 2003. Minimal Incision Total Knee Arthroplasty - early experience. Clin
Orthop Relat Res, 416: 185-190

- Trojani C, Bugnas B, Blay M, Carles M, Boileau P. 2012. Bilateral total knee arthroplasty in a one-stage surgical procedure. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 98: 857-862
- Urban MK, Chisholm M, Wukovits B. 2006. Are Postoperative Complications More Common with Single-Stage Bilateral (SBTKR) Than with Unilateral Knee Arthroplasty: Guidelines for Patients Scheduled for SBTKR. *Hospital for Special Surg J*, 2: 78-82
- Vandenbussche E, Duranthon L, Couturier M, Pidhorz L, Augereau B. 2002. The effect of tourniquet use in total knee arthroplasty. *International Orthopedics*, 26: 306-309
- Vasarhelyi EM, MacDonald SJ. 2012. Obesity and Total Joint Arthroplasty. *Seminars in Arthroplasty*, 23: 10-12
- Vermeire J, Scheerlinck T. 2010. Early primary total knee replacement for complex proximal tibia fractures in elderly and osteoarthritic patients [Abstract]. *Acta Orthop Belg*, 76 (6): 785-793
- Walmsley P, Murray A, Brenkel IJ. 2006. The practice of bilateral, simultaneous total knee replacement in Scotland over the last decade. Data from the Scottish Arthroplasty Project. *The Knee*, 13: 102-105
- Wei MH, Lin YL, Shi HY, Chiu HC. 2010. Effects of Provider Patient Volume and Comorbidity on Clinical and Economic Outcomes for TKA – A Population-Based Study. *J Arthroplasty*, 25 (6): 906-912
- Wohlrab D, Hädicke E, Radetzki F, Vasarhelyi A, Mendel T, Zeh A. 2011. Ergebnisse einzeitiger vs. Zweizeitiger bilaterale Knieendoprothetik. *Z Orthop Unfall*, 149 (2): 178-184
- Worland RL, Arredondo J, Angles F, Lopez-Jimenez F, Jessup DE. 1997. Thigh Pain Following Tourniquet Application in Simultaneous Bilateral Total Knee Replacement Arthroplasty. *J Arthroplasty*, 12 (8): 848-852
- Wu CC, Lin CP, Yeh YC, Cheng YJ, Sun WZ, Hou SM. 2008. Does Different Time Interval Between Staggered Bilateral Total Knee Arthroplasty Affect Perioperative Outcome? A Retrospective Study. *J Arthroplasty*, 23 (4): 539-542
- Yoon HS, Han CD, Yang IH. 2010. Comparison of Simultaneous Bilateral and Staged Bilateral Total Knee Arthroplasty in Terms of Perioperative Complications. *J Arthroplasty*, 25 (2): 179-185

- Yoshimura N, Muraki S, Oka H, Mabuchi A, En-Yo Y, Yoshida M, Saika A, Yoshida H, Suzuki T, Yamamoto S, Ishibashi H, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T. 2009. Prevalence of knee OA, lumbar spondylosis and osteoporosis in Japanese men and women: The research on osteoarthritis/ osteoporosis against disability study. J Bone Miner Metab 27: 620-628
- Zeni JA, Snyder-Mackler L. 2010. Clinical Outcomes After Simultaneous Bilateral Total Knee Arthroplasty – Comparison to Unilateral Total Knee Arthroplasty in Healthy Controls. J Arthroplasty, 25 (4): 541-546

Elektronische Quellen (inkl. letzter Zugriff)

- e1 – Destatis Lebenserwartung in Deutschland (28.11.2013):
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Sterbefaelle/Tabellen/LebenserwartungDeutschland.html>
- e2 – Destatis 20 häufigste Diagnosen bei vollstationären Patienten 2011
 - a) männlich (28.11.2013):
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/DiagnosenMaennlich.html>
 - b) weiblich (28.11.2013):
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/DiagnosenWeiblich.html>
- e3 – Destatis 20 häufigste Operationen weiblicher voll stationär behandelter Patienten 2012 (28.11.2013):
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/DRGOperationenWeiblich.html>
- e4 – National Joint Registry for England and Wales 2007-2011: www.njrcentre.org.uk
- e5 – jährliche Prozedurenrate der USA des National Health Care Center 2007-2010 (anstelle der Klammer ist das jeweilige Jahr einzufügen) (4.12.2013):
[http://www.cdc.gov/nchs/data/nhds/4procedures/\(2007-2010\)pro4_numberproceduresex.pdf](http://www.cdc.gov/nchs/data/nhds/4procedures/(2007-2010)pro4_numberproceduresex.pdf)
- e6 – Übersicht der Universitätskliniken in Deutschland von der Financial Times Deutschland (23.03.2011):
www.ftd.de/wissen/:universitaetskliniken-in-deutschland-pdf/540521.html

- e7 – Kartenübersicht deutscher BG-Kliniken vom Klinikverbund der gesetzlichen Unfallversicherung (28.11.2013):
<http://www.k-uv.de/de/main/standorte/htm>
- e8 – BMI-Klassifikation durch die WHO (20.11.2013):
http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage_intro_3.tml
- e9 – Wege der Gelenkdestruktion bei RA nach Mohr (10.12.2013):
<http://www.medfuehrer.de/Rheumatoide-Arthritis-Hintergrund>
- e10 – Knie totalendoprothese bei Hämophilie (20.11.2013): <http://orthopaedie-unfallchirurgie.universimed.com/artikel/die-knietotalendoprothese-bei-h%C3%A4mophilie>
- e11 – Anteile der adipösen Bevölkerung weltweit durch die WHO (28.11.2013):
<https://apps.who.int/infobase/comparisons.aspx>

8. Anhang

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Literaturrecherche

Tabelle 2: epidemiologische Grunddaten 2007-2011 nach Destatis Diagnosedaten
Krankenhäuser

Tabelle 3: Endoprothesenimplantation bezüglich Geschlecht und Alter 2007-2012 nach
Destatis DRG-Statistik

Tabelle 4: Hauptdiagnose Gonarthrose in deutschen Rehabilitationseinrichtungen 2007-
2011 nach Destatis Diagnosedaten Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen

Tabelle 5: epidemiologische Grunddaten der beiden Patientengruppen

Tabelle 6: Komorbiditätsprofil in den untersuchten Verfahrensgruppen

Tabelle 7: Krankenhaus-Aufenthalt

Tabelle 8: Aufenthaltsdauer in der Rehabilitationseinrichtung

Tabelle 9: intraoperative Parameter der simultanen und sequentiellen Patienten

Tabelle 10: Fremdblutverbrauch

Tabelle 11: Ergebnisse des postoperativen Zeitraumes

Tabelle 12: Prothesenart

Tabelle 13: absolute und relative Werte der postoperativen Zufriedenheit

Tabelle 14: postoperative Beschwerdesymptomatik im subjektiven Vergleich

Tabelle 15: Tagesangaben und Signifikanzenberechnungen der Eingliederungszeit

Tabelle 16: Gesamtzahl und Anteile der Verfahren im Rahmen der deutschlandweiten
Orthopädenumfrage

Tabelle 17: Länge der stationären Aufenthalte in der Literatur

Tabelle 18: Übersicht – Komplikationsraten in der Literatur und eigener Untersuchung

Tabelle 19: Anteile der beidseitig operierten Patienten nach Verfahren und Klinik unterteilt

Tabelle 20: Daten des 9th, 8th und 7th Annual Report des NJR für England und Wales

Tabelle 21: Vergleich der KTEP-Implantationsraten von Deutschland, USA und England und
Wales

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Balkendiagramm - Verteilung der Diagnose „Gonarthrose“ über die Altersgruppen (nach Destatis Diagnosedaten Krankenhäuser)
- Abbildung 2: Die 10 häufigsten Hauptdiagnosen der Patienten und Patientinnen in Rehabilitationseinrichtungen 2011 nach Geschlecht getrennt (nach Destatis Diagnosedaten Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen)
- Abbildung 3: schematischer Ablauf der simultan bilateralen Operation
- Abbildung 4: Kreisdiagramm – Verteilung des Narkoserisikos anhand der ASA-Klassifikation
a) simultane OP, b) 1. sequentielle OP, c) 2. sequentielle OP
- Abbildung 5: Kreisdiagramm – EKs pro Patient im Rahmen der Versorgung beider Kniegelenke a) simultane Werte, b) Summe der sequentiellen Werte
- Abbildung 6: Kreisdiagramm – präoperative Achsabweichung nach Gelenkseite
a) rechts, b) links
- Abbildung 7: Boxplot – Ausmaß der präoperativen Achsabweichung nach Gelenkseite und Verfahren unterteilt a) rechts, b) links
- Abbildung 8: Kreisdiagramm – präoperatives Streckdefizit nach Verfahrensgruppen unterteilt a) simultan b) sequentiell
- Abbildung 9: ungekoppelte bikondyläre Oberflächenersatzprothese Scorpio mobile bearing von Stryker
- Abbildung 10: Kreisdiagramm – implantierte Prothesen nach Kopplungsgrad unterteilt
a) simultane Versorgung b) sequentielle Versorgung
- Abbildung 11: Balkendiagramm – postoperative Zufriedenheit der Patienten nach beidseitigem Kniegelenkersatz
- Abbildung 12: Balkendiagramm – postoperative Verfahrenswahl durch die Patienten
- Abbildung 13: Balkendiagramm – Ergebnisbeurteilung anhand postoperativer Beschwerdesymptomatik
- Abbildung 14: Balkendiagramm - Weiterempfehlung des simultan bilateralen Verfahrens durch die einzzeitig operierten Patienten
- Abbildung 15: Balkendiagramm – Prävalenz beidseitiger klinischer Zeichen der Gonarthrose
- Abbildung 16: Balkendiagramm – ärztliches Angebot des simultan bilateralen Kniegelenkersatzes
- Abbildung 17: Boxplot – Eingliederung in den Alltag, simultan vs. sequentielle Einzeloperation

Abbildung 18: Boxplot – Eingliederung in den Alltag, simultan vs. sequentielle Summe

Abbildung 19: Liniendiagramm – Subskalenwerte KOOS prä- und postoperativ nach
Verfahren getrennt

Abbildung 20: Boxplot – Gesamterlös für beidseitigen Kniegelenkserersatz nach Verfahren
unterteilt

Abbildung 21: Boxplot – AHB-Erlöse

a) Einzelaufenthalte, b) nach Summierung der sequentiellen Gruppe

Abbildung 22: Boxplot – genannte Gesamtzahl an KTEPs pro Jahr

Abbildung 23: Balkendiagramm - Anzahl der Kliniken mit Durchführung des simultan
bilateralen Verfahrens

Abbildung 24: Boxplot – genannte Anzahl der simultan bilateralen Patienten pro Jahr

Abbildung 25: Boxplot – genannte Anzahl der sequentiell bilateralen Patienten pro Jahr

Abbildung 26: Boxplot – Anteile der in den verschiedenen Verfahren bilateral operierten
Patienten a) simultan, b) sequentiell

Abbildung 27: Die Circuli vitiosi der Entstehung und Progredienz der Gonarthrose

Fragebogen Patienten mit simultan bilateraler KTEP

1) Sind Sie mit dem Ergebnis Ihres beidseitigen Kniegelenkersatzes zufrieden?

- ☐ Sehr zufrieden
- ☐ Zufrieden
- ☐ Nicht zufrieden

2) Falls Sie nicht zufrieden sind, welche Gründe gibt es dafür?

3) Würden Sie die gleichzeitige Operation beider Knie weiterempfehlen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

4) Würden Sie sich, im Nachhinein betrachtet, bei Beschwerden in beiden Knien wieder einer beidseitigen Operation unterziehen oder lieber jedes Knie einzeln in 2 Operationen ersetzen lassen?

- ☐ 1 Operation mit beiden Knien
- ☐ 2 Operationen – jedes Knie einzeln

5) Wie lange hat es nach der Reha gedauert bis Sie wieder an Ihrem normalen Alltagsgeschehen teilnehmen konnten?

6) Fühlen sich die beide Knie gleich an oder bestehen Unterschiede in Bezug auf die Bewegung oder möglicherweise bestehende Schmerzen?

- ☐ Beide Knie gleich in Bewegung und Schmerz
- ☐ 1 Knie schlechter in der Bewegung - Welches?
- ☐ 1 Knie schmerzt mehr - Welches?

7) Falls Unterschiede bestehen, wissen Sie warum?

Fragebogen Patienten mit sequentiell bilateraler KTEP

1) Sind Sie mit dem Ergebnis Ihres beidseitigen Kniegelenkersatzes zufrieden?

- ☐ Sehr zufrieden
- ☐ Zufrieden
- ☐ Nicht zufrieden

2) Falls Sie nicht zufrieden sind, welche Gründe gibt es dafür?

3) Bestanden zum Zeitpunkt des ersten Kniegelenkersatzes auch schon Beschwerden im anderen Knie?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

4) Wurde mit Ihnen die Möglichkeit des gleichzeitigen Kniegelenkersatzes auf beiden Seiten besprochen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

5) Würden Sie sich, im Nachhinein betrachtet, bei Beschwerden in beiden Knien wieder jedes Knie einzeln in 2 Operationen ersetzen lassen oder sich lieber einer beidseitigen Operation unterziehen?

- ☐ 1 Operation mit beiden Knien
- ☐ 2 Operationen – jedes Knie einzeln

6) Wie lange hat es nach der Reha gedauert bis Sie wieder an Ihrem normalen Alltagsgeschehen teilnehmen konnten?

1. Knie _____

2. Knie _____

7) Fühlen sich die beide Knie gleich an oder bestehen Unterschiede in Bezug auf die Bewegung oder möglicherweise bestehende Schmerzen?

- ☐ Beide Knie gleich in Bewegung und Schmerz
- ☐ 1 Knie schlechter in der Bewegung - Welches?
- ☐ 1 Knie schmerzt mehr - Welches?

8) Falls Unterschiede bestehen, wissen Sie warum?

Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score

Knee and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), German version LK1.01

1

„KOOS“ KNIEFRAGEBOGEN

Datum: ____/____/____ Geburtsdatum: ____/____/____

Patienten Nr: _____

ANLEITUNG: Dieser Ankreuzbogen befragt Sie, welchen Eindruck Sie von Ihrem Knie haben. Die dadurch gewonnene Information wird uns helfen zu überwachen, wie es Ihnen mit Ihrem Knie geht und wie gut Sie in der Lage sind, Ihre üblichen Aktivitäten zu verrichten.

Beantworten Sie bitte jede Frage durch ankreuzen des zugehörigen Kästchens. Bitte nur ein Kästchen pro Frage ankreuzen. Wenn Sie sich unsicher sind, wie Sie die Frage beantworten sollen, wählen Sie die Antwort aus, die Ihnen am zutreffendsten erscheint.

Symptome

Diese Fragen beziehen sich auf Beschwerden von Seiten Ihres Kniegelenkes in der **vergangenen Woche**.

S1. Haben Sie Schwellungen an Ihrem Knie?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S2. Fühlen Sie manchmal ein Mahlen, hören Sie manchmal ein Klicken oder irgendein Geräusch, wenn Sie Ihr Knie bewegen?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S3. Bleibt Ihr Knie manchmal hängen, oder blockiert es, wenn Sie es bewegen?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S4. Können Sie Ihr Knie ganz ausstrecken?

immer	oft	manchmal	selten	nie
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S5. Können Sie Ihr Knie ganz beugen?

immer	oft	manchmal	selten	nie
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Steifigkeit

Die nachfolgenden Fragen betreffen die Steifigkeit Ihres Kniegelenkes während der **letzten Woche**. Unter Steifigkeit versteht man ein Gefühl der Einschränkung oder Verlangsamung der Fähigkeit Ihr Kniegelenk zu bewegen.

Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der letzten Woche erfahren haben.

S6. Wie stark ist Ihre KniestEIFigkeit morgens direkt nach dem Aufstehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S7. Wie stark ist Ihre KniestEIFigkeit nach dem Sie saßen, lagen, oder sich ausruhten im **Verlauf des Tages**?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Schmerzen

P1. Wie oft tut Ihnen Ihr Knie weh?

niemals	monatlich	wöchentlich	täglich	immer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie ausgeprägt waren Ihre Schmerzen in der **vergangenen Woche** als Sie z.B.:

P2. sich im Knie drehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P3. Ihr Knie ganz ausstrecken?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P4. Ihr Knie ganz beugen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P5. auf ebenem Boden gehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P6. Treppen herauf oder heruntergehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P7. nachts im Bett liegen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P8. saßen oder lagen, z.B. auf der Couch?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P9. aufrecht stehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Aktivitäten des täglichen Lebens

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Leistungsfähigkeit. Hierunter verstehen wir Ihre Fähigkeit sich selbständig zu bewegen bzw. sich selbst zu versorgen.

Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der **letzten Woche** erfahren haben.

Welche Schwierigkeiten hatten Sie **letzte Woche** als Sie z.B.:

A1. Treppen herunterstiegen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A2. Treppen hinaufstiegen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A3. vom Sitzen aufstehen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Schwierigkeiten hatten Sie **letzte Woche** als Sie z.B.:

A4. standen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A5. sich bückten um z.B. etwas vom Boden aufzuheben?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A6. auf ebenen Boden gingen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A7. ins Auto ein- oder ausstiegen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A8. einkaufen gingen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A9. Strümpfe/Socken anzogen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A10. vom Bett aufstanden?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A11. Strümpfe/Socken auszogen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A12. im Bett liegen und sich drehen, ohne das Knie dabei zu beugen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A13. in oder aus der Badewanne kamen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A14. saßen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A15. sich auf die Toilette setzten oder aufstanden?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A16. schwere Hausarbeit verrichteten (schrubben, Garten umgraben, ...)?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A17. leichte Hausarbeit verrichteten (Staub wischen, kochen, ...)?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sport und Freizeit

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Belastbarkeit im Rahmen eher sportlicher Aktivitäten. Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der **letzten Woche** erfahren haben.

Hatten Sie Schwierigkeiten **letzte Woche** als Sie z.B.:

SP1. in die Hocke gingen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP2. rannten?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP3. hüpfen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP4. sich auf Ihrem kranken Knie umdrehen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP5. sich hinknieten?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Beeinflussung der Lebensqualität durch das betroffene Knie

Q1. Wie oft spüren Sie Ihr erkranktes Knie?

nie	monatlich	wöchentlich	täglich	immer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q2. Haben Sie Ihre Lebensweise verändert um eventuell Ihrem Knie schadende Tätigkeiten zu vermeiden?

nicht	wenig	etwas	stark	vollständig
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q3. Wie sehr macht es Ihnen zu schaffen, daß Ihr Knie nicht stabil ist?

gar nicht	wenig	einiges	schlimm	sehr schlimm
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q4. Wie würden Sie insgesamt die Schwierigkeiten bewerten die Sie durch das Knie haben?

keine	wenig	etwas	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vielen Dank für die Beantwortung aller Fragen dieses Fragebogens

Fragebogen der deutschlandweiten Orthopädenumfrage

1a) Führen Sie in Ihrer Klinik Knie totalendoprothesen durch?

☐ JA

☐ NEIN

1b) Wenn ja, wie viele Knie totalendoprothesen operieren Sie circa im Jahr?

2) Stellen sich in diesem Zusammenhang Patienten bei Ihnen vor, welche beidseitige Beschwerden im Rahmen einer bilateralen Gonarthrose aufweisen?

☐ JA

☐ NEIN

3a) Werden diese Patienten, soweit es aus internistischer und anästhesiologischer Sicht zu vertreten ist, in einer Narkose beidseitig mit Knieendoprothesen versorgt?

☐ JA

☐ NEIN

3b) Wenn ja, wie viele Patienten mit einer solchen bilateralen Indikation für eine Knie totalendoprothese operieren Sie circa im Jahr?

4a) Behandeln Sie diese Patienten separat zu verschiedenen Zeitpunkten je an einer Seite?

☐ JA

☐ NEIN

4b) Wenn ja, wie viele Patienten operieren Sie separat circa im Jahr?

Danksagung

Nach unzähligen Arbeitsstunden erfüllt es mich mit einem Glücksgefühl meine vollendete Dissertation in den Händen halten zu können.

In diesem Moment möchte ich jenen meinen herzlichen Dank aussprechen, ohne deren Unterstützung dieses Werk nicht hätte entstehen können.

Zunächst möchte ich meinen Eltern danken, die während meines gesamten Lebens stets hinter mir standen, mir mein Medizinstudium ermöglichten und mich darin mit all ihren Kräften unterstützt haben. Außerdem danke ich meinem Großvater, meinem Bruder und meinem Freund, die mich mit ihrem Witz auch in stressigen Phasen zum Lachen brachten. Als Ausgleich zu Studium und Doktorarbeit konnte ich mit meiner Familie entspannen und Kraft tanken.

Ich danke meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Dr. G. O. Hofmann für seine Ratschläge, Anregungen und die Zeit und Aufmerksamkeit, welche er mir und meiner Arbeit widmete.

Außerdem möchte ich mich bei Herrn Oberarzt Dipl. - Med. I. Marintschev (Universitätsklinikum Jena), Herrn Oberarzt Dr. med. T. Conrad (BG-Kliniken Bergmannstrost, Halle) und Frau Dr. med. M. Kribus sowie Frau Dr. med. J. Pester (Universitätsklinikum Jena) danken, welche mir eine effiziente Fallrecherche und Datenerfassung ermöglichten.

Des Weiteren gilt mein Dank den Sekretärinnen der Unfallchirurgie in Jena, Frau Heydenreich und Frau Schenzel, sowie Frau Lehmann in Halle, die stapelweise Patientenakten für mich bestellten und lagerten.

Für die Bereitstellung der patientenbezogenen Erlösdaten möchte ich Frau Friedmann aus der Abteilung Betriebswirtschaft des Universitätsklinikums Jena danken.

Mein Dank gilt außerdem allen Chefärzten der angeschriebenen orthopädischen und unfallchirurgischen Kliniken und Rehabilitationskliniken, die meiner Umfrage durch ihre Antwort Aussagewert verliehen. Insbesondere danke ich Herrn Dipl. - Med. I. Hinkel (Saale-Reha-Klinikum Bad Kösen) und Herrn Dr. med. U. Neumann (Moritzklinik Bad Klosterlausnitz) für die Unterstützung bei der finanziellen Analyse der Rehabilitation nach beidseitiger Knieendoprothetik.

Ich danke Herrn M. Walther für seine Ratschläge bei der statistischen Auswertung meiner Daten.

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Herr Prof. Dr. Dr. G. O. Hofmann, Oberarzt Dipl. - Med. I. Marintschev, Oberarzt Dr. med. T. Conrad, Dr. med. M. Kribus, Dr. med. J. Pester, Herr M. Walther

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die in Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Jena, den 06.01.2015

Vanessa Kautzsch